

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal



TESIS DOCTORAL

**Estudio biosistemático de las especies del género *Angélica* L.
de la Península Ibérica**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Adela Montserrat Gutiérrez Bustillo

Madrid, 2015

Adela Montserrat Gutiérrez Bustillo

TP
1982
048



* 5 3 0 9 8 5 7 7 2 5 *
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

X-53-016214-2

ESTUDIO BIOSISTEMATICO DE LAS ESPECIES DEL GENERO ANGELICA L.
DE LA PENINSULA IBERICA

Departamento de Botánica y Fisiología Vegetal
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Complutense de Madrid
1982



BIBLIOTECA

© Adela Montserrat Gutiérrez Bustillo
Edita e imprime la Editorial de la Universidad
Complutense de Madrid. Servicio de Reprografía
Noviciado, 3 Madrid-8
Madrid, 1981
Xerox 9200 XB 480
Depósito Legal: M-36697-1981

Autor : ADELA-MONTSERRAT GUTIERREZ BUSTILLO

ESTUDIO BIOSISTEMATICO DE LAS ESPECIES
DEL GÉNERO ANGELICA L. DE LA PENINSULA
IBERICA.-

Director : D. Salvador Rivas Martinez

Catedrático y Director del Departamento
de Botánica de la Facultad de Farmacia
de la Universidad Complutense de Madrid

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
Facultad de Ciencias Biológicas

Año 1.980

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas y organismos que se relacionan a continuación, sin cuya participación y ayuda no habría sido posible realizar este trabajo:

Profesor Dr. S. Rivas-Martínez, director de este trabajo y que con su constante apoyo y enseñanzas ha contribuido en gran manera a mi formación científica.

Profesor Dr. E. Fernandez Galiano, que ha dedicado - tiempo a la lectura y discusión de la presente memoria y a cuya amabilidad debo el que sea ponente de la misma en la Facultad de Ciencias Biológicas.

Dra. Concepción Saenz Laín, por su constante y desinteresada ayuda en el desarrollo del trabajo y que en todo momento estuvo dispuesta a dedicarme su tiempo y apoyo.

Dr. J. Martín, que realizó amablemente el proceso matemático de los datos utilizados en la Taxonomía Numérica.

A todos los profesores y personal del Departamento de Botánica de la Facultad de Farmacia, que siempre han estado dispuestos a prestarme su ayuda y colaboración.

II.-

Al técnico M. Jerez Luna, por su inestimable ayuda en la microscopia óptica y electrónica utilizada y en la realización de las fotografías.

A María Teresa Arcones, por su paciente y atenta la bor de mecanografía.

A las instituciones: Universidad Complutense de Ma drid, Instituto Botánico A.J. Cavanilles del C.S.I.C. y Centro de Cálculo de la Universidad Complutense.

I N D I C E

	<u>Pag.</u>
I. INTRODUCCION	1
II. DESARROLLO HISTORICO DE LA TAXONOMIA DEL GENERO.	8
III. SUBGENEROS Y SECCIONES	20
IV. MATERIALES Y TECNICAS UTILIZADOS	30
1. Origen de los materiales	31
1.1. Cultivos en invernadero	32
1.2. Herbarios	32
1.3. Relación de muestras estudiadas	33
2. Técnicas anatómicas	41
2.1. Inclusión en parafina	41
2.2. Obtención de cortes seriados	43
2.3. Coloración	44
3. Técnicas palinológicas	47
3.1. Microscopia óptica	47
3.2. Microscopia electrónica de barrido	50
4. Técnicas cariológicas	51
4.1. Pre-tratamiento	51
4.2. Fijación	51
4.3. Coloración	52
4.4. Aplastamiento	53
4.5. Montaje duradero	53
4.6. Observación del aplastamiento y de las células en mitosis	54

	<u>Paq.</u>
V. ANATOMIA DEL FRUTO	56
1. Antecedentes históricos	57
2. Material estudiado	59
3. Resultados	61
3.1. Sección <u>ANGELICA</u> (Súbgénero <u>ANGELICA</u>)	61
3.1.1. <u>Angelica sylvestris</u> L.	64
3.1.2. <u>Angelica razulii</u> Gouan	65
3.1.3. <u>Angelica major</u> Lag	66
3.1.4. <u>Angelica pachycarpa</u> Lge.	67
3.1.5. <u>Angelica heterocarpa</u> Lloyd	68
3.2. Sección <u>ARCHANGELICA</u> (Subgénero <u>ARCHANGELICA</u>).....	69
3.2.1. <u>Angelica archangelica</u> L.	72
3.2.2. <u>Angelica littoralis</u> Fries	73
3.2.3. <u>Angelica decurrens</u> Ldb.	74
3.3. Formas anormales o monstruosas	75
4. Discusión de los resultados	77
VI. ESTUDIO DEL POLEN	96
1. Antecedentes históricos	97
2. Material y métodos	98
2.1. Origen del material y técnicas de preparación	98
2.2. Observaciones al microscopio óptico (M.O.)	99
2.2.1. Caracteres morfológicos cuantitativos ..	101
2.2.2. Caracteres morfológicos cualitativos ...	102
2.3. Observaciones al microscopio electrónico de barrido (M.E.B.)	104

	<u>Pag.</u>
2.4. Analisis estadístico de los datos	105
2.4.1. Ajuste a la curva normal (Gauss)	106
2.4.2. Aplicación del test ²	108
2.4.3. Comparación de las variaciones de P y de E	109
2.5. Métodos de la taxonomía numérica	111
2.5.1. Métodos de Sokal & Sneath	114
2.5.1.1. Distancias taxonómicas	115
3. Resultados	118
3.1. Descripción morfológica del polen de los distintos táxones	118
3.1.1. <u>Angelica sylvestris</u> L.	118
3.1.2. <u>Angelica razulii</u> Gouan	131
3.1.3. <u>Angelica major</u> Lag.	139
3.1.4. <u>Angelica pachycarpa</u> Lge.	149
3.2. Resultados estadísticos	160
3.2.1. Cálculo de la media (\bar{X}); varianza (S^2); desviación típica (S); intervalo de con- fianza ()	160
3.2.2. Ajuste a la curva normal (Gauss)	163
3.2.3. Test de Simpson y Roe	166
3.3. Resultados de la taxonomía numérica	174
VII. ESTUDIO CARIOLOGICO	188
1. Introducción	189
2. Antecedentes bibliográficos	190
3. Material y métodos	194
4. Resultados	195

	Pag.
4.1. <u>Angelica archangelica</u> L.	196
4.2. <u>Angelica heterocarpa</u> Lloyd	198
4.3. <u>Angelica sylvestris</u> L.	200
4.4. <u>Angelica razulii</u> Gouan	206
4.5. <u>Angelica major</u> Lag.	209
4.6. <u>Angelica pachycarpa</u> Lge.	213
5. Comentarios	216
VIII. ESTUDIO MORFOLOGICO	217
1. Caracteres morfológicos del género	218
2. Morfología del fruto	221
2.1. Caracteres morfológicos de los mericarpos.	221
2.2. Biometría de los mericarpos	222
2.3. Resultados	223
2.3.1. <u>A. sylvestris</u> L.	223
2.3.2. <u>A. razulii</u> Gouan	224
2.3.3. <u>A. major</u> Lag.	225
2.3.4. <u>A. pachycarpa</u> Lge.	226
2.4. Discusión de los resultados	226
3. Taxonomía numerica	231
3.1. Codificación	231
3.1.1. Unidades taxonómicas operacionales (U. T.O.)	231
3.1.2. Caracteres	232
3.2. Métodos de Sokal & Sneath	234
3.2.1. Coeficiente de concordancia simple de Sokal & Michener	235
3.2.2. Índice de la distancia de Sokal & Sneath	236
3.3. Resultados	237

VII.-

Paq.

IX. SINOPSIS DE LAS ESPECIES DEL GENERO <u>ANGELICA</u>	
L. PRESENTES EN LA PENINSULA IBERICA	249
1. Clave para las especies	250
2. Enumeración de las especies	252
2.1. <u>Angelica sylvestris</u> L.	252
2.2. <u>Angelica razulii</u> Gouan	267
2.3. <u>Angelica major</u> Lag.	275
2.4. <u>Angelica pachycarpa</u> Lge.	286
X. CONCLUSIONES	292
XI. BIBLIOGRAFIA	296

I. INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N

La elección del tema objeto de la presente memoria doctoral, estuvo determinada por la existencia de una línea de trabajo dedicada al estudio de las Umbelliferae, en el Departamento de Botánica de la Facultad de Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, en el momento de la iniciación del presente trabajo. Dicha línea de trabajo se integraba dentro de las investigaciones programadas por el grupo internacional "R.C.P. 286, Recherches multidisciplinaires sur la Systematique des Angiospermes: application aux Ombelliferes" que surgió a consecuencia del enorme interés que el estudio de la familia había despertado a nivel mundial, como quedó patentemente demostrado en el Primer Simposio sobre las Umbelíferas, celebrado en la Universidad de Reading (Inglaterra) en Septiembre de 1.970.

El interés que un estudio pluridisciplinario sobre el género Angelica L. pudiera presentar, se centraba en varios puntos:

Por un lado teníamos presente el problema que surgía al tratar de fijar los límites genéricos, aún hoy día objeto de discusión. Dicho problema, en la opinión de diversos autores, sólo podría resolverse con un estudio pluridisciplinario del mayor número posible de táxones. Si nos referimos al continente europeo, las especies que viven en el territorio de la U.S.S.R. han sido estudiadas ampliamente por diversos autores, entre los que podemos ci

tar a DENISOVA (1.961), M. PIMENOV (1.968, 1.972), -
TIKHOMIROV & GALAKHOVA (1.965, 1.967) y ZOZ & PROKOPENKO
(1.968), por el contrario dichos estudios faltaban com
pletamente para las especies del resto de Europa, situa
ción que nos indujo a abordar el estudio de la anatomía
del fruto así como del polen de dichos táxones.

El género Angelica L. está integrado por un conjun
to de plantas bienales ó perennes, herbáceas, de tallo
robusto y fistuloso, que pueden alcanzar hasta los 2 m.
de altura, con amplias hojas, bi o tri-pinnatisectas, in
florescencias en umbela compuesta, frutos con los meri
carpos marginalmente alados y que presentan en todos sus
órganos canales secretores.

Pertenece a la familia Apiceae (Umbelliferae), sub
familia Apiodeae Drude, pero según las diferentes clasi
ficaciones que existen para la familia, su posición sis
temática varía. Veremos a continuación como se sitúa en
algunas de ellas:

- En la clasificación de BENTHAN & HOOKER (1.867), perte
nece a la tribu Seselinae, subtribu Angelicae.
- DRUDE, en ENGLER et PRANTL (1.898) sitúa el género en
la tribu Pencedaneae y en la subtribu Angelicinae.
- Según la más moderna, la de KOSO-POLJANSKY (1.915),
Angelica L. emend. K.-Pol. queda referido a la tribu
Pencedaneae (grex Pencedani).

En estas clasificaciones, el género Angelica, se si
túa al lado de los géneros vecinos:

- . Levisticum Hill., tres especies en W. Europa, Asia Me
nor e Irán.

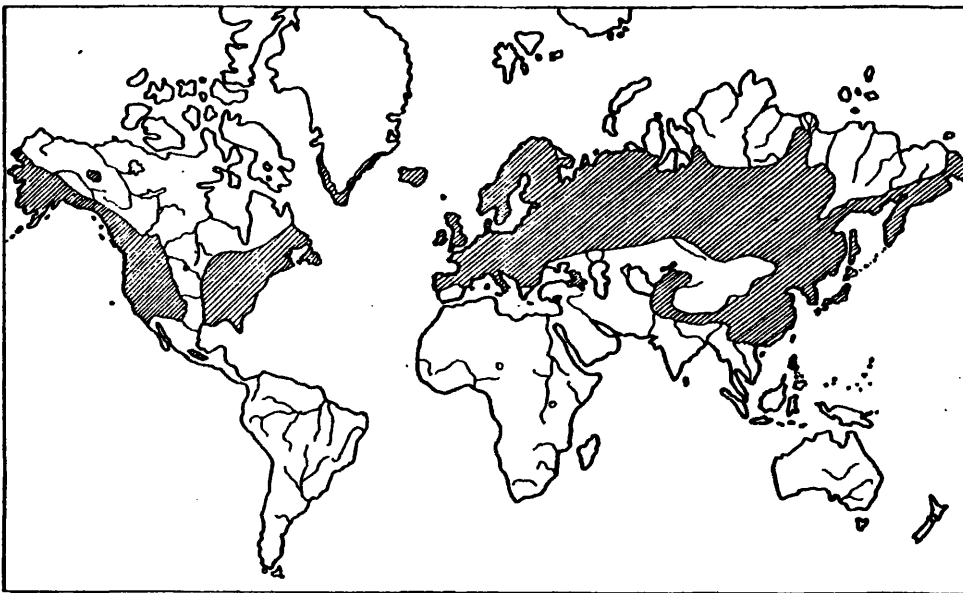
- . Agasyllis Spreng., género monoespecífico de la parte Sur de la U.S.S.R., hasta el E. de Rumanía.
- . Phellopterus Benth., género monoespecífico distribuido a lo largo de las costas arenosas del Este de Asia.
- . Pencedanum L., numerosas especies (120), distribuidas por casi toda Europa y Asia a excepción de la región Artica, y Africa meridional y austral.

Todos los géneros anteriormente mencionados poseen un número básico de cromosomas común de $X = 11$.

Recientemente han sido objeto de un estudio fitoquímico comparativo, realizado por J. CARBONNIER et al. - (1.978). Según las conclusiones de este trabajo, Angelica y Levisticum deben ser considerados como géneros muy próximos. Por otro lado, también se pone de manifiesto un alto grado de semejanza entre Angelica y Pencedanum, lo que puede servir de apoyo a la concepción de las Pencedaneae de KOSO-POLJANSKY.

Los caracteres distintivos que permiten separar Angelica de los géneros próximos se refieren al fruto y son los siguientes: mericarpos comprimidos dorsalmente, con las tres costillas dorsales más o menos prominentes pero no aladas, y las dos laterales prolongadas en amplias alas. Es claramente separable de Pencedanum porque en este, las alas de los mericarpos del fruto se sueldan entre sí, lo cual no ocurre nunca en las especies de Angelica.

El género Angelica es el más amplio de todas las Angelicinae, reúne unas 110 especies que viven en Europa, Asia y America del Norte.



Distribución de Angelica según PIMENOV (1.968)

Algunos autores indican su presencia, representado por cinco especies, en Nueva Zelanda, pero si seguimos el criterio de DAWSON (1.961, 1.967) que considera dichas especies incluidas en el género Gingidium Forst., esta zona queda excluida del areal del género.

La mayor concentración de especies se encuentra en las regiones con montañas húmedas y en el borde de los continentes, zonas en las que existen bosques de hoja caduca con árboles de ramaje muy desarrollado, ya que el género en su totalidad se caracteriza como nemoral.

El Japón es el país con mayor número de especies, unas veintitres de las cuales nueve son endémicas. En la

flora de dicho país es el género de Umbelíferas más re presentado.

Aproximadamente unas veinte especies son conocidas para Norte América, entre las cuales encontramos dos es pecies complejas que conectan estrechamente los dos con tinentes: Angelica lucida L. (género Coelopleurum Ledeb. para la mayoría de los autores) comprende una serie de razas que se encuentran en ambos lados del Pacífico Nor te y que se extienden por la zona norte de Estados Uni dos y Canadá hasta el Atlántico.

El otro taxón, Angelica genuflexa Nutt., se encuen tra en ambos lados del Pacífico Norte.

En el terrotorio de la U.S.S.R. se encuentran dieci seis especies, dos de ellas endémicas, y ocho especies en el resto de Europa.

Numerosas especies que presentan evidentes afinida des entre ellas se encuentran repartidas por el continen te asiático. Según PIMENOV (1.978), su centro de especia ción se encuentra en el Sureste y Este de China, en el borde de la meseta del Tibet. En Asia Media se encuentran cuatro especies del subgénero Archangelica (Hoffm.) Maxim. y dos especies de un subgénero endémico Mesangelica (Re gel) M. PIMENOV (PIMENOV, 1.972).

Su amplitud altitudinal muy grande, permite encon trar las especies de este género desde el nivel del mar (A. sylvestris, A. pachycarpa), hasta los 3.000 metros de altura en las montañas de Asia (Angelica archangelica var. himalaica).

Respecto al grado de endemismo, vemos que entre las especies que integran el género las hay tanto con un área de repartición muy amplia (A. lucida, A. archangelica, A. genuflexa), como endémicas de área muy restringida (A. pachycarpa, A. anomala Lall.).

Refiriéndonos en particular a la Península Ibérica, debemos hacer notar que este territorio presenta un número relativamente grande de endemismos, en relación al resto de la Europa Occidental, que es una de las zonas más pobres en especies de todo el areal del género. Por esta razón, acometimos el estudio biosistemático de los táxones ibéricos que se mostraba de gran interés.

Hasta el momento, las especies ibéricas del género Angelica no han sido tratadas más que en el contexto de publicaciones generales o en las diversas floras que abarcan total o parcialmente el territorio peninsular.

LANGE reconoció en el "Prodromus Florae Hispanicae" (1.874, III : 45-48) seis especies: A. sylvestris L., A. razulii Gouan, A. Reuterii Boiss., A. laevis Gay, - A. major Lag., A. pachycarpa Lge.

En las sucesivas floras españolas: MERINO (1.906), LAZARO e IBIZA (1.907), CADEVALL (1.930), etc. no se añaden ninguna otra especie a este catálogo. Las floras portuguesas mencionan además la especie A. angelicastrum Coutinho, como endémica de la Serra de la Estrêla.

Recientemente TUTIN (1.968) en "Flora Europaea", considera A. reuterii Boiss. y A. major Lag. incluidas en el taxón A. Sylvestris L.

Existen también algunas modificaciones taxonómicas realizadas por M. LAINZ (1.957), que subordina A. laevis Gay a A. razulii Gouan.

Todas estas diferencias de criterio nos han llevado a considerar necesaria una revisión crítica de la taxonomía del género en la Península Ibérica.

II. DESARROLLO HISTORICO DE LA TAXONOMIA DEL GENERO

II. DESARROLLO HISTORICO DE LA TAXONOMIA DEL GENERO

La primera referencia que tenemos es la de Hieronymus Bock, o "Tragus", que hace mención de la Angelica como especie medicinal y le atribuye virtudes contra la peste en 1.577.

Se le dió el nombre de Angelica del latín "angelus" ya que según la leyenda, los efectos curativos de la planta fueron revelados por los ángeles. MILLER (L.768) recoge lo siguiente: "estando el ejército de cierto emperador miserablemente afligido por la peste, un ángel le advierte en sueños que haga uso de esta planta para salvar con ella su ejército".

LINNE, integra el género Angelica como tal, en su clasificación de las Umbellatae, primero propuesta en 1.735 y repetida en el "Species plantarum", en 1.753. Lo encuadra dentro del grupo Angiospermia, clase Pentandrya, subclase digynia, comprendiendo cuatro especies, A. archangelica, A. sylvestris, A. atropurpurea y A. lucida, todas ellas descritas anteriormente por autores prelinneanos como Bauhin, Dodonaeus, Clusius, Cornutus, Royen.

El número de cuatro especies reconocidas por LINNE, ha sido incrementado posteriormente por la descripción de numerosas especies nuevas, muchas de ellas descritas por sus autores con otro "status" genérico, lo cual hace que exista cierto número de sinonimias para el género, que relacionaremos posteriormente.

CRANZ, en Classis Umbelliferarum (1.767), incluyó la especie A. sylvestris L. en el género Selinum, basándose en que los frutos de ésta, solo tienen alas laterales, y según su criterio las verdaderas Angelicas se caracterizan por sus mericarpos con alas dorsales y marginales.

En 1.786, FORSTER, describe el género Gingidium y la especie Gingidium montanum, que posteriormente HOOKER denominó Angelica Gingidium.

HOFFMANN, en Genera Plantarum umbelliferarum (1.814) consideraba A. sylvestris y A. archangelica pertenecientes al mismo género. Posteriormente (1.816), consideró estas dos especies como pertenecientes a géneros distintos, planteándose aquí uno de los problemas principales en la sistemática del género y sobre el que todavía actualmente existen diferencias de criterio. Los principales caracteres en que se basa HOFFMANN para separar ambos géneros son los siguientes: a) Angelica L. s. str. se caracteriza por presentar un solo canal en cada valécula, mientras que Archangelica Hoffm. posee gran número (20-30) de pequeños canales intimamente unidos a la semilla a modo de anillo; b) la cara comisural de Angelica con dos canales y la de Archangelica sin canales ("evittata"); c) pericarpo de Archangelica inflado y con dientes. Además de separar los dos géneros anteriores describe Ostericum como género independiente, dando como características pericarpo muy delgado y costillas hinchadas, "costis utriculatis"). FISCHER, en el trabajo de HOFFMANN del año 1.816, separó de Angelica y describió el género Callisäce que se distingue por las alas de los mericarpos muy próximas en la madurez.

Autores posteriores, entre los que se encuentran KOCH (1.824), de CANDOLLE (1.830), ENDLICHER (1.836-1.840) y otros, adoptaron el criterio de HOFFMANN y siguieron considerando como géneros independientes Angelica, Archangelica y Ostericum.

Es A.P. de CANDOLLE en 1.830, el primero que divide el género Angelica en dos secciones:

Sección I .- Eu-Angelica: pétalos largamente acuminados o raramente obcordatos. Dos vitas comisurales. Umbela amplia multirradiada. Tallo folioso. Peciolo muy dilatado. Incluye en esta sección seis especies, entre ellas A. razulii Gouan, A. sylvestris L., A. montana Schleich.

Sección II.- Pseudangelica: pétalos elípticos, acuminados o mucronados. Frutos como en Eu-Angelica, pero a menudo con cuatro vitas comisurales. Umbela de radios muy desiguales, los centrales cortísimos. Sitúa en esta sección dos especies, A. pyrenaea Spreng. y A. scabra Petit.

En la década de los 40 del siglo XIX, se describen varios géneros nuevos, muy próximos a Angelica. TOURCZANINOW en 1.841 y 1.844 describe los géneros Czernaevia y Gomphopetalum, y LEDEBOUR (1.844-1.846), en su "Flora Rossica", establece el género Coelopleurum, que incluye junto con los anteriores en la tribu Angelicae Koch.

G. BENTHAN y J.D. HOOKER (1.862-1.867), incluyen dentro del género Angelica dieciocho especies que viven en las regiones subártica y templada del hemisferio boreal y en Nueva Zelanda, todas encuadrables en la sección Eu-Angelica DC. En cuanto a la sección Pseudangelica DC, aclara que de

be ser excluida del género ya que A. pyrenaea Spreng. por el aspecto externo y el fruto conviene mucho mejor al género Selinum, y A. scabra Petit, es Xatardia.

BOISSIER (1.844-1.872), dentro de la tribu Peucedaneae DC, subtribu Angelicae, situa junto con Angelica el género Tommasinia, en el cual incluyó los táxones descritos anteriormente por LALLEMAN (1.841) como Xanthogalum; RUPRECHT (1.859, 1.869), aporta la descripción de los géneros Angelophyllum y Angelocarpa y MIQUEL (1.867) la de Porphyros-cias.

DRUDE (1.898), poniendo en duda que la separación de las Angelicae en los numerosos géneros que hemos expuesto fuera racional, decidió unirlos todos en el gran género Angelica L., guardando para algunos de ellos el rango de subgéneros (Ostercicum, Archangelica, Tommasinia) y para otros el de sección (Callisace, Angelophyllum).

Las razones que utiliza para defender la unión de Angelica y Archangelica en un solo género son:

- a) Existen ciertas especies que evidencian el parentesco entre ambos, ya que presentan caracteres propios de los dos. Tales especies son las incluidas en la sección Mesangelica Drd., que en general solo presentan 4+2 vitas y el pericarpo separado de la semilla por desagregación de las células del mesocarpo.
- b) El número y disposición de las vitas es un caracter que no puede obstaculizar la unión de estos grupos.

Unicamente reconoce independiente el género Coelopleurum Ldb. por lo que no le incluye en las Angelicinae. COULTER & ROSE (1.900), comparten también el mismo punto de vista.

KOSO-POLJANSKY (1.915-1.916), tomó una posición particular extrema. Por una parte incluye los géneros Osterium Hoffm., Angelophyllum Rupr., Gomphopetalum Turcz., y Czernaevia Turcz. en el taxón "Angelica L. emend. K.-Pol." que define de la siguiente manera: "Petala (alba) obovata vel obcordata basin versus angustata apice profunde obcos- tam impressam marginata, distincte acuteque lacinulata. Stylopodia pulvinata obvia. Fructus a dorso compressi. Mericarpiis jugis dorsalibus reductis filiformibus, lateralibus in alas mericarpiis latiores membranaceas expansis, omnibus ob vallecule latas distantibus, vittis persistentibus vallecularibus saepissime solitariis. Mestoma basi alarum excurrentia, jugis dorsalibus maxima ex parte occupantia. Orthospermia eleutherodicotilea non tuberifera".

Indica sus dudas sobre la independencia de Coelopleurum Ldb., admitiendo la posibilidad de que éste solo sea una sección del género Archangelica Hoffm. Al mismo tiempo separa decididamente Angelica y Archangelica, incluyendo la primera en el grupo Gymnomestomeae, Peucedaneae y la segunda en Endotaeniaeae, Crithmeae, Archangelicinae. Las diferencias fundamentales entre estos grupos se refieren a la forma de las costillas, a la posición de los haces vasculares, a la presencia o ausencia de aerénquima, al número y posición de las vitas.

La mayoría de los autores rusos adoptan la clasificación de las Umbelíferas propuesta por KOSO-POLJANSKY y en el caso particular de Angelica citamos a SHISHKIN (1.951), POPOV (1.957) y otros. SHISHKIN (1.951) en "Flora de la U.S.S.R." considera el género dividido en las siguientes secciones:

- Sect. 1 Eu-Angelica DC
- Sect. 2 Anisopleura Maxim.
- Sect. 3 Stenophyllum Schischk.
- Sect. 4 Gomphopetalum (Turcz.) Schischk.
- Sect. 5 Callisace (Fisch.) Drude
- Sect. 6 Angelophyllum (Rupr.) Drude
- Sect. 7 Mesangelica Rgl. et Schmalh.
- Sect. 8 Angelocarpa (Rupr.) Schischk.
- Sect. 9 Czernaevia (Turz.) Schischk.

Las tres nuevas combinaciones propuestas por este autor corresponden a los géneros Gomphopetalum, Angelocarpa y Czernaevia, a los cuales da el rango de sección y que como ya habíamos visto anteriormente, KOSO-POLJANSKY consideró incluidos en Angelica. Define la nueva sección Stenophyllum que incluirá las especies que cumplan los siguientes caracteres: "Fruto ovoide, estrechamente alado en los márgenes, costillas dorsales filiformes apenas sobresalientes; folíolos terminales oblongos y lanceolados, 2-5 cm. de largo, 0,5-1,5 cm. de ancho; vaina de las hojas superiores cilíndrico-oblonga, finamente velutina en su cara interna".

La discusión sobre los límites genéricos y el origen de las Angelicinae continua en nuestro tiempo. Aparte de los autores rusos siguen la clasificación de KOSO-POLJANSKY, KITAGAWA (1.960) NAKAI (1.952), HARA (1.952), DOSTAL (1.958) y otros.

Muestran claramente su tendencia a adoptar una concepción amplia del género Angelica L. emend. Drude,

THELLUNG (1.925), MATHIAS & CONSTANCE (1.944-1.945), KLAN (1.947), HIROE (1.958), HIROE & CONSTANCE (1.958), WEYMAR (1.959), ROTHMALER (1.961) y otros. Sin embargo, los puntos de vista de los partidarios de cada una de las dos concepciones están muy debilmente argumentados. La necesidad de realizar un estudio crítico lo suficientemente amplio, que analice el significado taxonómico de la variación de los caracteres en el género es clara.

En este sentido, PIMENOV (1.968) utiliza métodos sistemáticos cuantitativos para la clasificación intragenérica de las especies de Angelica que viven en la U.S.S.R. El análisis se basa en la distribución de 26 caracteres y se obtienen dos clasificaciones paralelas, construidas en base a dos métodos diferentes de evaluación, que coinciden en lo principal. El resultado es la división del género para el territorio de la U.S.S.R., en tres subgéneros, nueve secciones y le subsecciones, de la siguiente manera:

- Subgen. Archangelica (Hoffm.) Maxim.

Sect. Archangelica

Subsect. Archangelica

Subsect. Angelocarpa (Rupr.) M. Pimen.

Sect. Coelopleurum (Ledeb.) M. Pimen.

Subsect. Coelopleurum

Subsect. Physolophium (Turcz.) M. Pimen.

- Subgen. Angelica

Sect. Mesangelica Regel & Schmalh

Sect. AngelicaSubsect. AngelicaSubsect. Genuflexae M. Pimen.Sect. Angelicoides (DC) M. Pimen.Sect. Callisace (Fisch. in Hoffm.) DrudeSubsect. CallisaceSubsect. Anisopleura (Maxim) M. Pimen.Subsect. Stenophyllum (Schischk.) M. Pimen.Subsect. Angelophyllum (Rupr.) M. Pimen.Sect. Porphyroscias (Miq.) Gorovoi- Subgen. Ostericum (Hoffm), Maxim. ex DrudeSect. OstericumSubsect. OstericumSubsect. Multivittatae M. Pimen.Subsect. Repentes M. Pimen.Sect. Czernaevia (Turcz.) Kitag.

Las nuevas propuestas presentadas por este autor son las siguientes:

- Subsect. Angelocarpa (Rupr.) M. Pimen.; (subgen. et sect. Archangelica); genus Angelocarpa Rupr. 1.869, Sert. tianschan.: 48; Angelica sect. Angelocarpa (Rupr.) Schischk. 1.951, Fl. USSR, 17:25.
- Subsect. Physolophium (Turcz.) M. Pimen.; (subgen. Archangelica, sect. Coelopleurum); genus Physolophium Turcz. 1.844, Bull. Soc. Nat. Mosc., 17:729; Coelopleurum subgen.

Physolophium (Turcz) Drude, 1.898 in Engler & Prantl Natü
re. Pflanzenfam., 3 (8):213.

- Subsect. Genuflexae M. Pimen. : Plantae polycarpi
cae, rhizomatis horizontalibus praeditae. Vagina non
inflata. Typus: A. genuflexa Nutt.
- Sect. Angelicoides (DC) M. Pimen. ; Peucedanum L. sect.
Angelicoides DC. 1.830, Prodr. 4:181; Tommasinia Bertol.
1.837, Fl. Ital. 3:414.
- Subsect. Anisopleura (Maxim.) M. Pimen. ; (subgen. An-
gelica sect. Callisace); Angelica sect. Anisopleura Maxim.
1.859, Prim. Fl. Amur.:127.
- Subsect. Stenophyllum (Schischk.) M. Pimen. ; (subgen.
Angelica sect. Callisace); Angelica sect. Stenophyllum
Schischk. 1.951, Fl. USSR. 17:353.
- Subsect. Angelophyllum (Rupr.) M. Pimen. ; (subgen. An-
gelica, sect. Callisace); genus Angelophyllum Rupr. 1.857,
Mel. Biol. 3:25 (nom. nud.); 1.859, Rev. Umbell. Kamtsch.:
8 (descr.); Angelica sect. Angelophyllum (Rupr.) Drude
1.898, in Engler & Prantl, Natüre. Pflanzenfam., 3(8):220.
- Subsect. Multivittatae M. Pimen. : Vittae mericarpii
numerosae. Plantae monocarpicae. Rhizomata horizontalia
desunt. Foliorum laciniae margine dentatae. Typus: A. mi-
queliana Maxim.
- Subsect. Repentes M. Pimen. : Vittae mericarpii soli
tarae, sub valleculis sitae. Plantae polycarpicae. Rhizo
mata longa horizontalia. Laciniae foliorum integerrimae.
Typus: A. maximowiczii (Fr. Schmidt.) Benth. ex Maxim.

Más recientemente, TUTIN en Flora Europaea (1.968), se interesa únicamente por las especies europeas del género, sin hacer referencia a ninguna división genérica, aunque existen notables diferencias entre ellas que las sitúan en los siguientes táxones infragenéricos:

- Subg. Archangelica (Hoffm.) Maxim. sect. Archangelica: A. archangelica L.
- Subgen. Ostericum (Hoffm.) Maxim. ex Drude sect. Ostericum, subsect. Ostericum: A. palustris (Bess.) Hoffm.
- Subgen. Angelica, sect. Angelica, subsect. Angelica: A. sylvestris L., A. heterocarpa Lloyd, A. pachycarpa Lge., A. razulii Gouan, A. laevis Gay.

Nuestro estudio realizado sobre las especies europeas y más particularmente sobre las especies ibéricas, no nos proporciona datos que aporten algo importante a la resolución del problema que representa el esclarecimiento de los límites genéricos. Somos de la opinión de HEYWOOD (1.971) en admitir que Angelica no es un género natural en el sentido de que las especies son incluidas en él, en base a similitudes superficiales de caracteres conspicuos.

Muy recientemente KORDYUM (1.978), basándose en los datos citoembriológicos y en los anatómicos y morfológicos aportados por TIKHOMIROV & GALAKHOVA (1.965) y TIKHOMIROV & TRETYAKOVA (1.967), expresa la opinión, coincidente con la de dichos autores, según la cual Angelica L., Ostericum Hoffm. y Archangelica Hoffm. deben ser reunidos en el gran género Angelica. Por el contrario, Coelopleurum gmelinii Ldb. presenta diferencias citoembriológicas suficientes co

mo para considerarle género independiente.

Sería necesario un estudio pluridisciplinario completo, con la aplicación de métodos morfológicos, anatómicos, corológicos, fitoquímicos y matemáticos de todas las especies del género, para estructurar definitivamente sus sistematía.

III. SUBGENEROS Y SECCIONES

GENERO ANGELICA

ANGELICA L., Sp. Pl. (1.753) 250.

Synonima:

Angelocarpa Rupr., Sert. tiansch., 48 (1.869).

Angelophyllum Rupr., Beitr. Pfl. Russ. Reich. 11:8 (1.859).

Archangelica Hoffm., Gen. Umb. ed. I:16 (1.814).

Callisace Fisch. in Hoffm. Gen. Umb. ed. 11:170 (1.816).

Coelopleurum Ledeb., Fl. Ross. 2:361 (1.844).

Czernaevia Turz., Bull. Soc. Nat. Mosc. 17:739 (1.844).

Eustylis Hook., Fl. N. Zel. t. 19 (1.853).

Gingidium Forst., Char. Gen. 41, t. 21 (1.776).

Gomphopetalum Turcz., Bull. Soc. Nat. Mosc. 14:599 (1.841).

Ostericum Hoffm., Gen Umb. ed. I:162 (1.814).

Porphyroscias Miq., Ann. Mus. Bot. Lugd. Batav. 3:62 (1.867).

Rompelia K.-Pol., Bull. Soc. Nat. Mosc. II, 29:125 (1.916).

Plantas herbáceas, bienales o perennes, rizomatosas. Tallo robusto y fistuloso, generalmente erecto, glabro o pubescente. Hojas pecioladas, desde membranaceas a gruesas y subcoriáceas, bipinnatisectas o tripinnatisectas, con los foliolos estrechos o anchos, de borde dentado, crenado, lobulado o más raramente partido. Vaina de las hojas muy desarrollada e inflada, siendo frecuente que las hojas más próximas a la inflorescencia estén reducidas a ella .

Inflorescencias terminales y laterales en umbela compuesta. Involucro reducido a algunas pequeñas brácteas foliáceas y más raramente con brácteas mayores, igualando los radios. Radios más o menos numerosos, patentes, frecuentemente alados en la base.

Involucro de numerosas brácteas estrechas, enteras o más raramente lobuladas. Flores blancas, rosadas, púrpuras o violetas; pétalos ovales u obovales, con el ápice más o menos incurvo, glabros o tomentosos en el dorso. Caliz conspicuo o inconspicuo. El estilo puede ser corto o largo, patente o recurvado, estilopodio generalmente cónico. Carpóforo bipartido desde la base. Frutos elípticos, ovales u orbiculares, más o menos comprimidos dorsalmente, glabros o tomentosos. Costillas dorsales filiformes o prominentes, a veces subaladas, las laterales ampliamente aladas. Vitas grandes y en escaso número o pequeñas y muy numerosas, situadas más o menos profundamente en el pericarpo. Semilla comprimida dorsalmente en sección transversal, con la cara comisural plana o cóncava, unida al pericarpo o libre en el interior del mismo.

Número básico de cromosomas: $X = 11$.

Especie tipo : Angelica sylvestris L., Sp. Pl.: 251 (1.753)

DELIMITACION DE SUBGENEROS Y SECCIONES

En el presente estudio hemos decidido adoptar la concepción del género Angelica, y la sistemática del mismo, propuesta por PIMENOV (1.963), por ser ésta el resultado de la utilización de gran número de datos y estar apoyada por los resultados de diversos trabajos citoembriológicos (KORDYUM, 1.978) y anatómicos y morfológicos (TIKHOMIROV & GALAKHOVA, 1.965, y TIKHOMIROV & TRETYAKOVA, 1.967).

Se considera por tanto el género Angelica dividido en tres grupos con categoría de subgéneros y nueve secciones. Dichos subgéneros y secciones son los siguientes:

I. Subgénero Angelica

Angelica subgénero Angelicastrum Drude in Engler & Prantl.,
Natürl. Pflanzenfam. 3 (8): 220 (1.898).

Plantas bienales o perennes, altas, generalmente con el tallo fistuloso y grandes hojas densamente divididas. Cáliz inconspicuo; pétalos con el ápice incurvo; estilopodio pulviniforme. Fruto ovoide, elíptico u obovado, dorsalmente comprimido; mericarpos con las costillas dorsales filiformes o ligeramente aladas, las laterales ampliamente aladas, divergentes. Generalmente vitas solitarias en las valéculas, salvo en las especies del Noroeste de America, que presentan dos vitas por valécula.

1. Sección Angelica

Angelica sect. Eu-Angelica DC. Prodr. IV:167 (1.830).

Dientes del cáliz inconspicuos; pétalos blancos, oblongo-lanceolados, con el ápice incurvo, ligeramente dentados en los márgenes. Mericarpos con las costillas dorsales y laterales semejantes, las últimas prolongadas en amplias alas. Las vitas se sitúan una en cada valécula, y dos en la comisura.

Especie tipo: Angelica sylvestris L. Sp. Pl.:251 (1.753).

Tipo en Londres, Linnean Society of London (LINN).

Las especies de esta sección se encuentran distribuidas por Europa, incluyendo parte del territorio de la U.S.S.R. y América del Norte.

2. Sección Porphyroscias (Miq.) Gorovoi

Porphyroscias Miq., Ann. Mus. Bot. Lugd. Batav. 3:62 (1.867).

Tallo no hueco, con costillas muy marcadas; hojas simples o bipinnatisectas. Cáliz conspicuo con dientes agudos; pétalos blancos, elíptico-lanceolados con ápice incurvo; fruto elíptico-ovoide, ligeramente aplanado en el dorso, costillas dorsales prominentes, las laterales estrechamente aladas, dos a tres vitas por valécula, - seis en la comisura.

Especie tipo: Porphyroscias decursiva Miquel. (= Angelica decursiva (Miq.) Franch. & Savat.).

El tipo probablemente se encuentre en Holanda.

Sección distribuida en China y Japón.

3. Sección Mesangelica Rgl. et Schmalh. in Tr. Bot. Sada, v:590 (1.878).

Plantas perennes, con hojas bipinnatisectas o tri pinnatisectas, foliolos ampliamente ovados y de largos peciolulos. Mericarpos con el endocarpo contiguo a la semilla, y en la madurez separado del epicarpo, con una vita por valécula y dos en la comisura.

Especie tipo: Angelica ternata Rgl. et Schmalh. (= Callisace ternata K.-Pol.).

Tipo en Leningrado (U.S.S.R.): Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences (LE).

Esta sección es endémica del Centro de Asia.

4. Sección Callisace (Fisch. in Hoffm.) Drude in Engler & Prantl, Natürl. Pflanzenfam. 3(8):220 (1.898).

Callisace Fisch. in Hoffm. Gen. Umb. ed. 2:170 (1.816), exd. sp.

Pétalos blancos. Fruto comprimido dorsalmente, casi ovoide. Mericarpos con las tres costillas dorsales gruesas; obtusas, en las que se encuentra un fascículo esclerenquimatoso oval, costillas laterales aladas; valéculas estrechas, con una sola vitta, cara comisural con dos vittas; carpóforo bipartido en el ápice.

Especie tipo: Callisace dahurica Fisch. (= Angelica dahurica (Fisch.) Benth. & Hook. ex Franch. & Savat.).

Tipo en Leningrado (U.S.S.R.): Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences (LE).

Sección distribuida por Manchuria, Korea y Japón.

5. Sección Angelicoides (DC.) M. Pimen. in Bull. Soc. Nat. Moscou, 73 (1):137 (1.963).

Pencedanum L. sect. Angelicoides DC., Prodr. 4:181 (1.830).

Tommasinia Bertol., Fl. Ital. 3:414 (1.837).

Plantas perennes, altas, con hojas bi- o tripinnatis

sectas, con foliolos largos, decurrentes en el raquis. Plantas polígamas. Caliz conspicuo. Pétalos redondeados, con el ápice incurvo, verdoso amarillentos. Mericarpos con las costillas dorsales y laterales aladas, las últimas más anchas, onduladas. Una vitta por valécula y dos en la comisura.

Especie tipo: Xanthogalum purpurascens Lallem. (= Angelica purpurascens (Lallem.) Gilli.)

Tipo en Leningrado (U.S.S.R.), Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences (LE).

Esta sección se encuentra en el Cáucaso, Irán y Asia Menor.

II. Subgénero Archangelica (Hoffm.) Maxim. ex Drude.

Archangelica Hoffm. Gen. Umbell. ed. 1:162 (1.814).

Coelopleurum Ledeb. Fl. Ross. 2:361 (1.844-1.846).

Plantas bienales o perennes. Hojas bipinnatisectas o tripinnatisectas. Cáliz inconspicuo o con dientes cortos. Pétalos verdosos o blancos, con el ápice incurvo. Fruto más o menos comprimido dorsalmente, con cinco costillas, las dorsales prominentes, las laterales prolongadas o no en alas; numerosas vittas rodeando la semilla.

6. Sección Archangelica

Archangelica Hoffm. Gen. Umbell. 1:162 (1.816).

Fruto elíptico, comprimido dorsalmente; costillas dorsales prominentes carinadas o ligeramente aladas, la media ligeramente mayor; costillas laterales, extendidas en alas estrechas. Vitas numerosas (20-40), situadas en la zona interna del pericarpo, rodeando la semilla y unidas a ella; desagregación del mesocarpo interno en el fruto maduro por lo que la semilla queda libre en el interior del pericarpo.

Especie tipo: Angelica archangelica L. Sp. Pl. 250 (1.753). (= Archangelica officinalis Hoff.).

Tipo en Londres en la Linnean Society of London (LINN).

Las especies de esta sección viven principalmente en el Norte de Europa y Centro de Asia donde existen un gran número de especies endémicas.

7. Sección Coelopleurum (Ldb.) M. Pimen.

Coelopleurum Ldb., Fl. Ross. II:361 (1.844-1.846).

Plantas perennes, con tallos huecos, robustos y amplias hojas bipinnatisectas. Dientes del cáliz inconspicuos. Fruto en sección transversal ligeramente ovoide, apenas comprimido dorsalmente. Mericarpos con cinco costillas gruesas, triangulares, las laterales más anchas en su base y ligeramente mayores que las dorsales. Sección transversal de la semilla en forma de media luna, albumen cóncavo.

Especie tipo: Archangelica Gmelinii DC (= Coelopleu-
rum gmelinii (DC) Ldb.; Angelica gmelinii (DC) M. Pimen.

Tipo en Ginebra, Conservatoire et Jardin Botaniques,
Herbario De Candolle (G-DC).

Esta sección se encuentra ampliamente distribuida
por el Norte y Este de Asia.

III. Subgénero OstERICUM (Hoffm.) Maxim ex Drude.

OstERICUM Hoffm. Gen. Umbell. 162 (1.816).

Czernaevia Turcz. in Bull. Soc. Nat. Mosc. XVII:739 (1.844).

Cáliz con cinco pequeños dientes ovados. Pétalos unguí-
culados, suborbiculares u obcordados, con el ápice inflexo.
Fruto dorsalmente comprimido; mericarpos con las costillas
dorsales huecas, las laterales prolongadas en amplias alas,
reticuladas, escariosas.

8. Sección OstERICUM

Dientes del cáliz conspicuos; pétalos blancos, amplia-
mente ovados, ligeramente dentados. Fruto ovoide-oblongo,
comprimido dorsalmente; mericarpos con las costillas dor-
sales prominentes y huecas, las laterales aladas; pericar-
po delgado, de una sola capa de células, llegando a estar
parcial o totalmente separado de la semilla en los frutos
maduros; albumen plano en la comisura; carpóforo biparti-
do.

Especie tipo: Ostericum palustre Bess. (= A. palustris (Bess.) Hoffm.).

Tipo en Kew, Royal Botanic Gardens (K).

Sección distribuida por Europa y Centro Asia.

9. Sección Czernaevia (Turcz.) Kitagawa in Jour Jap. Bot. XII, 4-5:241 (1.935).

Czernaevia Turcz., Bull. Soc. Nat. Mosc. 17:739 (1.844).

Dientes del cáliz conspicuos; pétalos blancos, triangular-obcordiformes, con el ápice incurvo. Fruto comprimido dorsalmente; mericarpos con las costillas dorsales prominentes, ligeramente aladas, los laterales ampliamente alados; 1-4 vitas por valécula y 4-6 vitas en la comisura; albumen plano o ligeramente cóncavo en la cara comisural.

Especie tipo: Czernaevia laevigata Turcz. (= Angelica czernaevia (Fisch. & Hey.) Kitag.).

Tipo en Leningrado (U.S.S.R.), Komarov Botanical Institute of the Academy of Sciences (LE).

Las especies de esta sección están distribuidas en Japón, Manchuria, Korea y Norte de China.

IV. MATERIALES Y TECNICAS UTILIZADAS

1. ORIGEN DE LOS MATERIALES

El material vegetal utilizado en el presente estudio es de procedencia diversa. La recolección de ejemplares de herbario y el trasplante de material vivo, necesario para los estudios cariológicos, ha sido hecha por nosotros en el curso de las siguientes campañas:

- . ESPAÑA. - Asturias: Tazones, Ribadesella, Villaviciosa, Cangas de Onís, Cabrales, Junio de 1.975; Santander: Toranzo y alrededores, Agosto de 1.975; Lerida y Gerona: Pirineos, Agosto de 1.975; Soria: Sierra de Urbión, Julio de 1.975 y Julio de 1.978; Madrid: Guadarrama, Valle del Páucar, Somosierra y hayedo de Montejo, Junio de 1.975; La Coruña: zona costera, Agosto de 1.976; Lugo: Sierra de Ancares, Agosto de 1.977; León: Sierra de Ancares, Abril de 1.978; Huesca y Navarra: Pirineos, Julio de 1.978.
- . PORTUGAL. - Beira Alta: Serra da Estrêla, Abril de 1.977; Estremadura: Lisboa; Beira Litoral: Coimbra; Beira Alta: Serra da Estrêla, Abril de 1.978.

A estas recolecciones es necesario añadir las realizaciones por otros botánicos y que nos han cedido las plantas para su estudio. Otra parte del material vivo ha sido obtenido por cultivos en invernadero. Asimismo, gran parte del material utilizado para la obtención de datos morfológicos, anatómicos, palinológicos, corológicos, procede de los pliegos existentes en los diversos herbarios por nosotros consultados.

La toma de datos concernientes a la ecología de los taxones, así como la realización de inventarios florísticos, ha sido hecha en las campañas anteriormente mencionadas.

1.1. CULTIVOS EN INVERNADERO

Al material vivo procedente de trasplantes, debe añadirse el obtenido por cultivos en invernadero. Los frutos maduros, recolectados personalmente, o procedentes de los siguientes Index Seminun: Botanischer Garten, Bremen (Alemania); Botanischer Garten der Stadt Essen (Alemania); Royal Horticultural Society, Wisley (Inglaterra), han sido cultivados en los invernaderos del Real Jardín Botánico de Madrid. Las plantas logradas de este modo, nos han servido principalmente para la obtención de meristemos primarios radiculares. En la mayoría de los casos se ha permitido el desarrollo completo de las plantas para su observación en estado adulto, lo que ha permitido verificar las determinaciones en el caso de frutos provenientes de Jardines Botánicos.

A cada una de las plantas sobre las que se han realizado estudios cariológicos, corresponde en herbario un pliego testigo.

1.2. HERBARIOS

Se hace a continuación una relación completa de los herbarios que hemos consultado, bien directamente en las respectivas instituciones, o a través de préstamos de material:

Asturias : Herbario de la Facultad de Ciencias de Oviedo (FCO).

Barcelona: Herbario del Instituto Botánico de Barcelona (BC).

- Barcelona : Herbario de la Facultad de Farmacia (BCF).
- Coimbra : Instituto Botánico de la Universidad de Coimbra (COI) y Herbario de Willkomm.
- Ginebra : Conservatoire et Jardin Botaniques (G).
- Huesca : Centro Pirenaico de Biología Experimental (JACA).
- Kew : Royal Botanic Gardens (K).
- Lisboa : Museu, Laboratorio e Jardim Botânico (Instituto de Botânica) Faculdade de Ciências (LISU).
- Madrid : Instituto "Antonio José de Cavanilles", Jardín Botánico (MA).
- Madrid : Laboratorio de Botánica de la Facultad de Farmacia (MAF).

1.3. RELACION DE MUESTRAS ESTUDIADAS

Incluimos a continuación la relación completa de las muestras estudiadas, de las cuales hemos obtenido datos para los estudios morfológicos y palinológicos. Añadimos las abreviaturas de las unidades taxonómicas operacionales (UTO), ya que en su estudio hemos utilizado los métodos de la taxonomía numérica.

Angelica sylvestris L.

AS01 : Cáceres, La Garganta, VIII-1.976, Fernández Díez, MAF 96221.

- AS02 : Pontevedra, San Adrián, Vilaboa, X-1.970, S. Castroviejo, MA 196488.
- AS03 : Beira Litoral (Portugal), Montemor-o-Velho, entre Montemor e Alfarelos, X-1.961, M. da Silva, LISE 63784.
- AS04 : Beira Alta (Portugal), Nuestra Señora do Desterro, VIII-1.938, W. Rothmaler, LISE 5124.
- AS05 : Beira Litoral, alrededores de Aveiro, Carrazolla, X-1.917, F. Mendes, LISU 27999.
- AS06 : Lérida, entre Riu de Santa María y Bellver, VIII-1.975, M. Gutiérrez.
- AS07 : Navarra, en el cruce de las carreteras que van de Burguete a Garralda, a orillas del río Urrobi, VII-1.978, M. Gutiérrez.
- AS08 : Huesca, Jaca, orillas del río Aragón, VII-1.969, Julio Alvarez, JACA.
- AS09 : Huesca, cañón de Añisclo, VIII-1.975, P. Montserrat, JACA.
- AS10 : Huesca, orillas del prado y río Osia, VIII-1.972, Labati, JACA.
- AS11 : Cerdagne (Francia), bordes de arroyos, Sennen, BA 602294.
- AS13 : Gerona, de Ribas de Freser a Planolas, cruce con Ventola, VIII-1.975, M. Gutiérrez.

- AS14 : Lérida, Aubert, VIII-1.975, M. Gutiérrez.
- AS15 : La Coruña, Caaveiro, VIII-1.976, S. Castroviejo.
- AS16 : Beira Alta (Portugal), Serra do Desterro, VIII-1.881, J. Daveau, LISU 28009.
- AS17 : Minho (Portugal), Lagoa, Montedor, VI-1.886, A.R. da Cunha, LISU 28000.
- AS18 : Minho (Portugal), Margen da Ribeira d'Ancora, VI-1.886, A.R. da Cunha, LISU 28001.
- AS19 : Douro Litoral (Portugal), Arredores de Porto (Villar, Lordello, etc.), sin fecha, E. Schmitz, LISE 13122.
- AS20 : Minho (Portugal), Pico de Regalados, X-1.962, B.V. Rainha, LISE 72901.
- AS21 : Estremadura (Portugal), San Martinho do Porto, IX-1.961, B. Rainha, LISE 65853.
- AS22 : Minho (Portugal), Paredes do Coura, IX-1.962, B.V. Rainha, LISE 72887.
- AS23 : Estremadura (Portugal), Rio Maior, VIII-1.961, B.V. Rainha, LISE 65842.
- AS24 : Beira Litoral (Portugal), Aveiro, Salreu, VIII-1.954, B.V. Rainha, LISE 45333.
- AS26 : Beira Litoral (Portugal), Aveiro proximidades da Cacia, orillas del Rio Vougo, VIII-1.954, B. Rainha, LISE 45344.

- AS27 : Barcelona, Delta del Tordera, 1.946, P. Montse
rrat, BC 617239.
- AS28 : Lérida, San Lorenzo de Tahüll, VIII-1.975, M. Gu
tiérrez.
- AV01 : Asturias, cerca de Tazones, VI-1.975. M. Gutiérrez.
- AV02 : Santander, cerca de Comillas, X-1.951 y VI-1.952,
P. Lainz, BC 601026.
- AV03 : Asturias, proximidades a Trevias, Luarca, VI-
1.973, T.E. Diaz, FCO.
- AV04 : Asturias, San Cristobal, Luarca, IX-1.972, T.E.
Diaz, FCO.
- AV05 : Asturias, borde del rio Nalón, junto a San Pelayo,
Grada, IX-1.976, J. Lastra, FCO.
- AV06 : Vizcaya, Miravalles, IX-1.913, Hno. Elías, MA 88348.
- AV07 : Santander, Playa de Galizano, IX-1.949, E. Guinea,
MA 164834.
- AV08 : Navarra, Carretera de Roncesvalles a Valcarlos, a
7 Km. de Valcarlos, VII-1.978, M. Gutiérrez.
- AV09 : Guipuzcoa, Elormendi Gañekoa, Elosua, Vergara,
IX-1.975, J. Loidi.
- AV10 : Logroño, Ezcaray, Zubía, MA 88335.
- AV11 : Vizcaya, del Cerro a las minas del Yerro de Somo
roastro, Salcedo, MA 88286.
- AV12 : Lérida, San Lorenzo de Tahüll, VIII-1.975, M. Gu
tiérrez.

Angelica razulii Gouan

- ARO1 : Andorra, praderas en el piso subalpino entre Soldeu y Rausol, El Serrat, VII-1.949, Losa y Montserrat, MA 155422.
- ARO2 : Navarra, pradería de Urrobi. Espinal, VI-1.964, N.Y. Sandwith, JACA.
- ARO3 : Hautes Pyrénées (Francia), Lescum, VII-1.975, P. Montserrat y Villar, JACA.
- ARO4 : Lérida, Senet, Ribagnea, VIII-1.954, A. et O. de Bolos et al., BA 140873.
- ARO5 : Huesca, Gistain, Tabernes, rio Cinqueta, VIII-1.970, P. Montserrat, JACA.
- ARO6 : Pyrénées Orientales (Francia), Capcir, vallée de Galba, VIII-1.916, MA 88364.
- ARO7 : Basses Pyrénées (Francia), Uhart-Cize, orilla izquierda de la Nive, VI-1.912, L. Giraudias, MA 88324.
- ARO8 : Navarra, Roncesvalles, cerca de Valcarlos, VII-1.978, M. Gutiérrez.
- ARO9 : Navarra, borde de la carretera entre Roncesvalles y Valcarlos, VII-1.978. M. Gutiérrez.
- AR10 : Hautes Pyrénées (Francia), Bagnères de Luchon, valle de Lys, Cascade d'enfer, VI-1.859, COI.
- AR11 : Hautes Pyrénées (Francia), Grize, Bagnères de Bigorre, V-1.849, F. Schultz, MA 88366.

Angelica major Lag.

- AL01 : Asturias, ad rivulos et in pratis inter Brañas de Abajo et Puerto de Leitariegos, VII-VIII-1.935, Font Quer et Rothmaler, BA 87769 y BA 87770.
- AL02 : León, arroyo de Valdecasas, Noceda, VII-1.951, J. Borja, MAF 52667.
- AL03 : León, Valverde de la Sierra, VIII-1.972, P. Montserrat, JACA.
- AL04 : Lugo, Sierra de Ancares, Piornedo, VII-1.977, M. Gutiérrez.
- AL05 : Asturias, entre Llanuces y Ricabo, Sierra del Aramo. VI-1.973 F. Navarro, FCO.
- AL07 : Asturias. Alto del Conio, VII-1.952, E. Guinèa, MA 164831.
- AL08 : Asturias, mirador cerca de Luarca, V-1.971, P. Montserrat. JACA.
- AL10 : Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal), Sierra del Montezinho, VII-1.959, A. Teles & B. Rainha, LISE 63996.
- AL11 : León, Puerto de Pajares, Arbás, VII-1.969, M. Mayor, FCO.
- AL12 : Zamora, Lago de Sanabria, A. Rodríguez, MA 202374.

- AL13 : Asturias, La Bobia, VII-1.956, E. Carreira,
MA 171314.
- AL14 : Lugo, Cabreira-Fonsagrada, VII-1.957, E. Carreira,
MA 171315.
- AL15 : León, Genestosa, VI-1.974, Rivas, Izco, Costa,
Crespo,
- AL17 : León, Tejedo de Ancares, IV-1.978, M. Gutiérrez.
- AL18 : Zamora, Pias, 10-iv-1.977, S. Castroviejo.
- AA01 : Beira Alta (Portugal), Serra da Estrêla, Covao
da Metade, Cantaro Magro, VIII-1.881, J. Daveau,
LISU 28014.
- AA02 : Beira Baixa (Portugal), Serra da Estrêla inter
Covao do Boi e Covao da Metade, VIII-1.973, P.
da Silva & A.N. Telez.
- AA03 : Beira Baixa (Portugal), Serra da Estrêla, Unhais
da Serra, Ribera de Alforfa, VIII-1.940, N.V.
Budle, LISU 28012.
- AA05 : Beira Alta (Portugal), de Manteigas a Poço do
Inferno, a orillas del rio Zézere, IV-1.977, M.
Gutiérrez.
- AM01 : Madrid, Somosierra, VII-1.933, Cuatrecasas, MAF
52680.
- AM02 : Burgos, Pineda de la Sierra, VII-1.977, S. Cas-
troviejo.

- AMO3 : Soria, Covalada, VII-1.975, M. Gutiérrez.
- AMO4 : Soria, Molinos del Duero, VII-1.978, M. Gutiérrez.
- AMO5 : Madrid, Robregordo, VI-1.918, C. Vicioso, MA 88293.

Angelica pachycarpa Lge.

- APO1 : Asturias, acantilados del Cabo de Peñas, VI-1.973, T.E. Diaz y F. Navarro, FCO.
- APO2 : Estremadura, Boca do Furado Superior, Ilhas Berlengas, V-1.883, J. Daveau, LISU 28018.
- APO3 : Asturias, acantilados del Faro de Cabo de Vido, Cudillero IV y VIII-1.973, T.E. Diaz, FCO.
- APO5 : La Coruña, acantilados marítimos, MA 88350.
- APO6 : Estremadura, Ilhas Berlengas, Furado, Carreiro dos Caçoês, V-1.883, J. Daveau, LISU 28019.
- APO7 : La Coruña, Islas Sisargas, frente a Malpica, VIII-1.978, E. Valdés Bermejo.
- APO8 : Pontevedra, Isla de Rua, Ria de Arosa, VIII-1.978, E. Valdés Bermejo.
- APO9 : La Coruña, acantilados del Cabo de Estaca de Bares, VII-1.976, M. Gutiérrez.

2. TECNICAS ANATOMICAS

El método de laboratorio que utilizamos para el estudio anatómico de los frutos, es el clásico de inclusión en parafina, cortes seriados, y doble tinción safranina-fast green (JOHANSEN, 1.940). Veamos a continuación detalladamente cada una de estas técnicas:

2.1. INCLUSION EN PARAFINA

Tanto en el caso del material procedente de herbarios, como en el caso de material recolectado por nosotros, la primera operación a realizar es la hidratación de los frutos secos por ebullición en agua destilada, durante un tiempo aproximado de 1 hora.

A continuación se procede a la fijación del material, utilizando como fijador formol/ácido acético/etanol, en la siguiente proporción:

Etanol 70%	90 cc.
Acido acético glacial	5 cc.
Formalina comercial	5 cc.

Los frutos deben permanecer en el fijador durante un tiempo aproximado de 48 horas. Pasado este tiempo se lavan en alcohol al 70%. El alcohol debe tener la misma concentración que el que hemos utilizado en la preparación del fijador.

El siguiente proceso es el de deshidratación, para lo cual es necesario pasar el material por una serie de alcoholes de concentración creciente hasta llegar al absoluto para su completa deshidratación. La serie de alcoholes y los tiempos de permanencia en cada uno de ellos es la siguiente:

Alcohol etílico 70%	3 horas
" " 80%	3 "
" " 90%	3 "
" " 95%	3 "
" " absoluto	toda la noche

Después de deshidratado el material, debe ser impregnado con un líquido disolvente de la parafina. La experiencia dice que el de mejores resultados es el cloroformo. La impregnación en cloroformo se lleva a cabo tambien a través de la siguiente serie (PURVIS M.J., COLLIER D.C., WALLS D., 1.964):

Etanol/cloroformo 3:1	2 horas
" " 1:1	2 "
" " 1:3	2 "
Cloroformo puro	

Esta operación es un poco larga y se reconoce como terminada cuando los objetos caen al fondo del recipiente.

A continuación es necesario situar el material en tales condiciones que la parafina le penetre completa y uniformemente, para lo cual vamos añadiendo al cloroformo pequeñas cantidades de parafina en cortos intervalos de -tiempo, hasta que el cloroformo ha evaporado totalmente. Este proceso puede durar alrededor de dos días. Si queremos acelerar el proceso, podemos colocar el material en estufa a la temperatura de fusión de la parafina, removiendo de vez en cuando para asegurarse de que todo el cloroformo se ha evaporado, lo cual puede reconocerse por la ausencia de olor. En este momento se puede admitir que la penetración del objeto por la parafina es completa.

La operación siguiente es lo que podemos denominar inclusión definitiva, y el resultado es un bloque de pararafina que contiene los frutos orientados convenientemente. Esto se consigue sumergiendo un molde metálico que contenga los frutos y cantidad suficiente de parafina fundida en un baño de agua, teniendo mucho cuidado de orientar bien el material antes de dejar enfriar la para fina. Una vez solidificada, sacamos el bloque hacia arriba calentando ligeramente el molde y dejamos endurecer como mínimo durante toda la noche antes de proceder a la obtención de cortes.

2.2. OBTENCION DE CORTES SERIADOS

Las operaciones a realizar son las siguientes:

A partir del bloque de parafina que incluye los frutos hemos de obtener un paralelepípedo rectangular teniendo mucho cuidado de que las caras opuestas sean paralelas. Este debe ser montado sobre el portaobjetos del microtomo, lo cual se realiza calentando un poco la parafina con un mechero en el punto de apoyo del bloque, y dejándolo enfriar posteriormente.

A continuación ya se puede proceder a cortar el objeto. Después de varias pruebas pudimos concluir que el espesor más adecuado para los cortes es de 15 μ m. Utilizamos un microtomo rotativo de marca "Reichert", modelo "OmS".

El montaje de los cortes se ha realizado utilizando gliceroalbúmina como pegamento y agua como agente deslizante. Una vez montados debe procederse a estirar los cortes sobre una placa caliente a la temperatura de fusión de la parafina.

Después de estirados debe eliminarse el exceso de agua y esperar durante un tiempo mínimo de 24 horas para que el secado de los cortes sea completo, antes de proceder a su posterior coloración.

2.3. COLORACION

Para la coloración de los cortes hemos utilizado la doble tinción safranina-fast green descrita por JOHANSEN (1.940).

Con el fin de poder teñir varias preparaciones si multáneamente y economizar productos, hemos utilizado para la serie de reactivos unos vasos especiales adecuados a este fin (llamados de Coplin). Se trata de vasos de vidrio, de sección rectangular, con dos de sus caras opuestas provistas interiormente de ranuras destinadas a mantener verticales las láminas portaobjetos, y provistos de una tapadera. Cada vaso tiene capacidad para ocho preparaciones y va marcado con el número que le corresponde en la serie de reactivos a utilizar. Dicha serie, y el tiempo de permanencia de las preparaciones en cada recipiente, es la que a continuación se describe:

1. Xilol (desparafinado de los cortes).....	2-3 minutos(15)
2. Xilol/Alcohol absoluto 1:1	5 "
3. Alcohol absoluto	5 "
4. Alcohol 95%	5 "
5. Alcohol 90%	5 "
6. Alcohol 80%	5 "
7. Alcohol 70%	5 "
8. Safranina en alcohol al 50%	12-24 horas
9. Idem	
10. Idem	
11. Idem	

12. Alcohol 50% (lavado)	10-15 segundos
13. Alcohol 70% + 1 gota de ácido pícrico (0,5%)	" "
14. Alcohol 80% + 2 gotas de ácido pícrico (0,5%)	" "
15. Alcohol 90% + 3 gotas de ácido pícrico (0,5%)	" "
16. Alcohol 95% + 4 gotas de ácido pícrico (0,5%)	" "
17. Alcohol 95% + 2-3 gotas de amoníaco	1 minuto
18. Alcohol absoluto	10-15 minutos
19. Fast green	15 segundos
20. Aceite de clavo 2: xilol 1: alcohol abs ^o luto 1	10-15 segundos
21. Aceite de clavo puro	" "
22. Igual que en el número 20	" "
23. Xilol	" "
24. Xilol	" "
25. Xilol	" "

Después de pasar por el frasco número 25 con xilol, todo el exceso de colorante queda lavado y montamos definitivamente las preparaciones con bálsamo de Canadá.

La safranina teñirá de rojo el núcleo, los cromosomas y las paredes lignificadas y cutinizadas; a la vez, el fast green teñirá el citoplasma y las paredes celulares.

Las preparaciones así montadas se conservan en buen estado durante varios años.

Los colorantes han sido preparados de la siguiente manera:

. Fast green:

Se mezclan a partes iguales:

Metilglicol	33 cc.
Alcohol absoluto	33 cc.
Aceite de clavo	33 cc,
	<hr/>
	100 cc.

A esta mezcla se adicionan aproximadamente 0,5 gr. de fast green en polvo.

. Sefranina:

Preparamos una solución stock de safranina al 1% en alcohol al 95% de la siguiente manera: 2,25 gr. de safranina en 225 cc. de alcohol al 95%. Una parte de este stock se diluye en agua destilada a partes iguales en el momento de usarse. Si esta solución nos resulta muy concentrada podemos diluirla mezclándola a partes iguales con alcohol al 50%.

3. TECNICAS PALINOLOGICAS

3.1. MICROSCOPIA OPTICA

Para las observaciones al microscopio óptico todo el material polinífero, tanto el procedente de pliegos de herbario, como de material fresco, ha sido acetolizado según el método ERDTMAN (1.969). Después de varias pruebas en el laboratorio, la técnica que nos ha permitido obtener preparaciones de mayor calidad, ha sido la descrita por JARZEN (1.977) que incluye un tratamiento químico previo del material, en orden a quitar de la superficie aceites comunes a polen y esporas, para que así, los intrincados detalles de la escultura superficial sean claramente visibles. El material vegetal extraño, por ejemplo pétalos, sépalos, estambres y paredes de las anteras, es preciso eliminarlo también para obtener una preparación limpia.

Los pasos que incluye el proceso son los que se enumeran a continuación:

1. Colocar el material portador del polen en series numeradas de tubos de centrífuga de 15 cc., y llenar aproximadamente hasta la mitad con hidróxido potásico (KOH) al 5-10%.
2. Colocar los tubos en el baño de agua, con una temperatura aproximada de 90°C durante 2-3 minutos, remover y dejar enfriar ligeramente.
3. Verter cuidadosamente el contenido de la primera serie de tubos numerados, a través de una criba de malla muy fina con un diámetro aproximado de 90 μ m., en una segunda serie de tubos numerados. Verter muy lentamente para permitir la rotura de la superficie de tensión del KOH.

4. Centrifugar a 1.500 rpm durante 2-3 minutos, decantar el sobrenadante coloreado y lavar dos veces con agua destilada. Centrifugar y decantar después de cada lavado.
5. Lavar una vez con ácido acético glacial. Este proceso es necesario porque el agua y la mezcla acetolítica que se va a usar en el paso siguiente reaccionan violentamente.
6. Preparar la mezcla acetolítica. Llenar cada tubo con la mezcla aproximadamente hasta la mitad de su capacidad y colocar en el baño de agua a 90°C durante un tiempo aproximado de 3-4 minutos. La mezcla acetolítica se prepara vertiendo una parte de ácido sulfúrico concentrado en nueve partes de anhídrido acético. Si las muestras preparadas son ocho, el método más conveniente es añadir 5 cc. de ácido sobre 45 cc. de anhídrido acético. Todo esto debe hacerse bajo campana de gases y la mezcla manejada con cuidado, ya que puede causar graves quemaduras, particularmente cuando está caliente.
7. Sacar los tubos del baño de agua, dejar enfriar ligeramente, centrifugar y decantar.

No es posible tirar la mezcla acetolítica directamente en el fregadero, ya que podría reaccionar violentamente con la pequeña cantidad de agua presente. Lo que hacemos es llenar un gran vaso de precipitados (2.000 cc.) con agua hasta rebosar, manteniendo una corriente de agua en el vaso durante todo el tiempo y lentamente verter la mezcla un tubo cada vez, en el amplio reservorio de agua.
8. Lavar una vez en ácido acético glacial, centrifugar y decantar.

9. Lavar dos veces con agua destilada.
10. Lavar una vez con una mezcla 1:1 de glicerina y agua destilada, decantar y dejar secar al menos durante 30 minutos.

El periodo de 30 minutos es el tiempo mínimo, toda la noche de secado no es excesivo. Para secar se colocan los tubos boca abajo en una rejilla, sobre un papel secante. Después que las muestras han sido bien secadas, están en condiciones para montar las preparaciones.

El montaje lo hemos realizado en glicero-gelatina por ser un medio de fácil utilización y de pequeño índice de refracción. El cubre de la preparación es sellado con parafina, en orden a proporcionar un medio hermeticamente cerrado que minimice el secado de la glicero-gelatina desde fuera. Por cada muestra hemos montado ocho preparaciones.

En cualquier caso, hemos tenido la precaución de realizar las medidas sobre preparaciones comparables, ya que al cabo de varios meses los granos montados en glicero-gelatina aumentan de tamaño, CERCEAU (1.962). Así las medidas han sido realizadas después de transcurridas dos semanas del montaje y antes de los tres meses.

Todas las observaciones han sido realizadas en un microscopio Reichert, modelo Zetopan, con cámara fotográfica automática incorporada. Las medidas se han realizado con ayuda de un micrómetro ocular, con objetivo de inmersión y a 1.250 aumentos. La película utilizada para las fotografías es Panatomic-X de Kodak.

3.2. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

La observación del relieve supratectal ha sido realizada por medio de un MEB (Scanning) de marca ISI, modelo Super-Miniseem, con un poder de resolución de 100 nm.

La técnica de preparación del material es muy sencilla. Hemos utilizado polen acetolizado, obtenido de la siguiente manera: en el proceso de acetolisis descrito anteriormente, al llegar al punto 9. lavamos una vez con agua, centrifugamos, decantamos y llenamos los tubos con alcohol absoluto. Después de centrifugar y decantar tomamos una pequeña cantidad del sedimento con una pipeta capilar y lo depositamos sobre un cubreobjetos de vidrio circular de 12 mm. de diámetro, la medida del portaobjetos del microscopio electrónico utilizado, al que previamente se ha adherido con plata coloidal. Una vez evaporado el alcohol, el polen queda adherido y listo para el metalizado.

El metalizador utilizado es de marca Mac-Leol modelo MPS-1, y la muestra ha sido recubierta con una capa de oro de un espesor aproximado de 720 nm. Las fotografías han sido tomadas con una cámara Mamiya, con película Verichrome VP120 de Kodak.

4. TECNICAS CARIOLOGICAS

Nuestros estudios se refieren exclusivamente a la mitosis o división somática en meristemos primarios radiculares; por ello, la técnica utilizada ha sido la que a continuación se describe. Los extremos radiculares conteniendo los meristemos primarios, fueron sometidos a los siguientes procesos:

4.1. PRE-TRATAMIENTO

Este, tiene la finalidad de facilitar la individualización de los cromosomas por una ligera contracción de los mismos y separación de las cromátidas. En todos los casos la sustancia utilizada ha sido el paradiclorobenceno (solución saturada en agua). Los meristemos fueron dejados en esta solución por un tiempo aproximado de 3 horas, que se estimó el más conveniente después de diversos ensayos.

4.2. FIJACION

Después del pre-tratamiento, los meristemos primarios fueron fijados para paralizar la acción autolítica post-mortem de los enzimas, inmovilizar los constituyentes celulares con la precipitación de los complejos proteicos y de las sustancias intercelulares y endurecer los tejidos.

El fijador que después de varios ensayos nos ha dado mejores resultados ha sido el alcohol-acético (etanol absoluto/ácido acético en la proporción 3:1). A fin de paliar ciertas perturbaciones de la fijación, el fijador debe ser preparado en el momento de empleo. Asímis

mo, hemos evitado realizar fijaciones durante las horas más cálidas del día, pues la experiencia confirma que durante este tiempo la obtención de buenas placas metafásicas es más difícil.

Los meristemós radicales así pre-tratados y fijados, fueron guardados en nevera con temperaturas de 0-15°C por un tiempo mínimo de 24 horas. Una permanencia demasiado larga en el fijador, dificulta la ulterior coloración.

4.3. COLORACION

Para la coloración de los meristemas, usamos con buenos resultados la solución de orceína acética al 2,2% (LA COUR, 1.941).

Esta coloración se lleva a cabo de la siguiente manera: En un vaso de precipitados de 5 cm. de diámetro. colocamos una pequeña cantidad de colorante y algunas gotas de ácido clorhídrico normal. La adición de ácido clorhídrico provoca una hidrólisis ácida que ablanda los tejidos y facilita el posterior aplastamiento.

Los meristemas conservados en un recipiente con el fijador, se lavan rápidamente en ácido acético al 45% y se depositan en el vaso que contiene el colorante.

Calentamos sobre una placa metálica por medio de un mechero de alcohol hasta la emisión de humos blancos, sin dejar en ningún caso hervir el colorante. Se deja enfriar ligeramente y se repite la operación dos o tres veces.

Es necesario que los meristemas permanezcan en esta solución un tiempo mínimo de 3-4 horas para permitir su coloración. El recipiente debe estar cubierto por un vidrio de reloj para evitar la evaporación del ácido acético.

4.4. APLASTAMIENTO

Una vez coloreadas las raíces, para realizar las preparaciones, empleamos el método del aplastamiento ("squash", "ecrassament", "mujkeal-quetsch"), preconizado por LA COUR (1.954) y L. DE FARIA (1.954).

Depositamos una de las raíces en el centro de un portaobjetos bien limpio y desengrasado, y con una cuchilla de afeitar se efectúa un corte en la misma, separando la porción terminal más intensamente coloreada (zona meristemática de mayor división celular), desechando el resto de la raíz.

Colocamos sobre el extremo meristemático o inmediatamente a su lado una o dos gotas de orceína acética o preferiblemente de ácido acético al 45%. Recubrimos con una lámina cubreobjetos y aplastamos cuidadosamente.

4.5. MONTAJE DURADERO

Una vez efectuado el aplastamiento, se hace un examen rápido de la preparación al microscopio. Si está bien hecho y las células en metafase están en condiciones de ser estudiadas, se cierran los bordes del cubreobjetos con un pegamento comercial.

4.6. OBSERVACION DEL APLASTAMIENTO Y DE LAS CELULAS EN MITOSIS

El portaobjetos así preparado fué observado al microscopio, primero con un objetivo de pequeño aumento a fin de localizar las células en metáfase, anotándose las coordenadas de todas las células susceptibles de ser estudiadas. Posteriormente, las células anotadas fueron estudiadas con el objetivo de 100x (inmersión).

Hemos considerado de suma importancia los datos que se refieren al número, a la forma y al tamaño de los cromosomas. Hemos usado para la descripción la terminología de LEVAN y al. (1.964), que agrupa los cromosomas en seis clases según la razón R, de la longitud del brazo más largo a la longitud del brazo más corto, lo que de hecho sirve para señalar la posición del centrómetro:

.Centrómero medio	$1 < R < 1,05$	clase M
.Centrómero situado en la zona media	$1,05 < R < 1,7$	clase m
.Centrómero submediano	$1,7 < R < 3,0$	clase sm
.Centrómero subterminal	$3,0 < R < 7,0$	clase st
.Centrómero situado en la región terminal	$7,0 < R < 39$	clase t
.Centrómero terminal	$39 < R < \infty$	clase T

Tuvimos en consideración siempre que cuanto mayor el número de meristemas y de placas cromosómicas observadas y representadas graficamente, la posibilidad de error sería menor.

11.-

Las observaciones y fotografías han sido efectuadas en un microscopio Reichert, modelo Zetopan, con objetivos de contraste de fase y cámara clara.

V. ANATOMIA DEL FRUTO

ANATOMIA DEL FRUTO

1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Ya en el siglo XVIII algunos botánicos hicieron notar la importancia del estudio del fruto en la sistemática de Umbelíferas. CUSSON (1.782), fué el primero en resaltar esta importancia, a él se debe la distinción de las costillas primarias y secundarias y la descripción de las formas adoptadas por el endosperma.

Fué HOFFMAN (1.814), quien demostró la existencia de canales oleoresiníferos, que él denominó "vittae", en casi todos los frutos de las umbelíferas e hizo notar que su número y posición proporcionan excelentes datos para diferenciarlas. Más concretamente, refiriéndose al género que nos ocupa, admitió que las vitas del mericarpo de Archangelica officinalis pertenecen a la envuelta de la semilla, observación falsa que fué aclarada posteriormente por BRIQUET (1.923).

Durante la segunda mitad del siglo XIX, la familia de las Umbelíferas fué objeto de numerosos estudios anatómicos referidos sobre todo a la estructura del aparato vegetativo, raíz, tallo y hojas. TRECUL (1.866) describió con detalle la estructura y la repartición de los canales óleo-resiníferos en la raíz, el tallo y las hojas de esta familia. VAN TIEGHEN (1.872) y MOYNIER DE VILLEPOIX (1.877) abordaron el mismo problema, pero en sus trabajos los datos referidos al género Angelica s. ampl. se reducen exclusivamente a Angelica archangelica, ya que se trata de trabajos generales en los cuales los datos a nivel infragenérico son muy reducidos.

DRUDE (1.898), al proponer su nueva concepción del género y la subdivisión de este, utilizó para la delimitación de los táxones infragenéricos entre otros caracteres, los obtenidos de diversas observaciones sobre la organización de los mericarpos.

Fué BRIQUET, en los diversos trabajos, (1.899, 1.923, 1.924), referidos al estudio anatómico del fruto de las Umbelíferas, quien confirmó definitivamente su importancia para la sistemática de la familia. En 1.923, realizó una descripción completa y detallada del fruto de Archangelica officinalis Hoffm., aclarando los errores que hasta ese momento existían sobre su estructura.

Desde entonces, no encontramos ningún trabajo referido a la anatomía del fruto en el género hasta el año 1.961, en el que se publicó el estudio de DENISOVA sobre el desarrollo del fruto de Archangelica decurrens Ldb.

TIKHOMIROV y GALAKHOVA (1.965), conscientes de la necesidad de un estudio anatómico amplio para aclarar la gran cantidad de problemas que presenta la sistemática del género, lo iniciaron con el fruto de Angelica sylvestris L. como lectótipo del mismo. En 1.967, como continuación del trabajo iniciado en 1.965, TIKHOMIROV y TRETYAKOVA, publicaron los resultados de un estudio sobre trece especies rusas del género. Los datos obtenidos les llevaron a concluir que si bien la anatomía no proporciona caracteres suficientes para desmembrar las Angelicae en varios géneros independientes, si son válidos para distinguir e individualizar las secciones.

2. MATERIAL ESTUDIADO

En nuestro trabajo hemos abordado el estudio anatómico del fruto de los táxones europeos que a continuación se relacionan:

- Subgen. Angelica, Sect. Angelica:

- . A. sylvestris L.
- . A. razulii L.
- . A. major Lag.
- . A. pachycarpa Lge.
- . A. heterocarpa Lloyd.

- Subgen. Archangelica (Hoffm.) Maxim., Sect. Archangelicae.

- . A. archangelica L.
- . A. littoralis Fries.
- . A. decurrens Ldb.

Relacionamos a continuación las muestras estudiadas para cada uno de los táxones:

Angelica sylvestris L.

ESPAÑA: Asturias, Cangas de Tineo, VIII-1.835, K; Asturias, Pravia, MAF 52660.

PORTUGAL: Beira Litoral, Campos de Vouga, Cacia, LISE 6576.

FRANCIA: Loire, Belleroche.

Angelica razulii Gouan

ANDORRA: Pirineos, El Serrat, MA 155422.

Angelica major Lag.

ESPAÑA: León, Trescastro, Puerto de Leitariegos, K; entre Brañas de Abajo y el Puerto de Leitariegos, MA 88318 y MAF 67372; Lugo, Cabreira-Fonsagrada, MA 171314 y MA 171315; Asturias, Puerto del Acebo; La Bobia, MA 171314; Madrid, Montejo, MA 88331.

PORTUGAL: Beira Baixa, Unhais da Serra, Ribera del Alforfa, Serra da Estrêla, LISU 28013; Minho, Matança, Serra da Peneda, LISE 48566.

Angelica pachycarpa Lge.

ESPAÑA: La Coruña, MA 88350; Cabo de la Estaca de Bares.

PORTUGAL: Estremadura, Boca do Furado Superior, Ile Berlanga, LISU 28018.

Angelica heterocarpa Lpyd

FRANCIA: Bord vaseux de L'aire Queimoncouso à Nantes.

Angelica archangelica L.

FRANCIA: Jardin du Laboratoire de Chimie du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.

ALEMANIA: Botanischer Garten, Botanisches Museum. Berlin.

Angelica littoralis Fries

POLONIA: Hortus Medicinalis Lodziensis, Lodz.

Angelica decurrens Ldb.

U.R.S.S.: Novosibirsk.

3. RESULTADOS

3.1. Sección ANGELICA (Subgénero ANGELICA)

Las especies por nosotros estudiadas que pertenecen a esta sección, presentan los siguientes caracteres comunes a todas ellas: "El fruto es el típico de las umbelíferas, constituido por dos mericarpos comprimidos dorsalmente, plano-convexos, unidos a un carpóforo bipartido. Su sección transversal en la zona media (Lam. 1, fig. 1) pone en evidencia cinco costillas primarias, las tres dorsales prominentes y las dos laterales prolongadas en amplias alas. Las costillas dorsales tienen una sección aproximadamente triangular con el margen un poco irregular. Las costillas marginales (Lam. 1, fig. 3), más voluminosas, tienen una sección análoga en la zona proximal, pero a nivel

del haz vascular se contraen bruscamente en un ala mucho más ancha que la costilla propiamente dicha. La anchura de las alas laterales es muy variable, pero a nivel específico esta variación no tiene ninguna significación taxonómica. El pericarpo se estrecha en mayor o menor grado a nivel de las valéculas. La cara comisural es aproximadamente plana. .

El epicarpo está formado por una sola capa de células tabulares ligeramente más anchas que altas en sección transversal, salvo en las costillas dorsales, donde adquieren mayor altura (Lam. 1, fig. 3, ep). Las paredes externas son ligeramente más gruesas que las radiales e internas y están recubiertas por una cutícula fuertemente plisada (Lam. 5, fot. 3,4,5 y 6). Esta capa que rodea todo el mericarpo, se interrumpe solo en la cara comisural. Sus células ocasionalmente presentan papilas (Lam. 5, fot. 2) y cristales de oxalato cálcico en forma de drusas o ráfides.

En el mesocarpo podemos distinguir un tejido esclerenquimático integrado por braquisclereidas o células pétreas, lo que BRIQUET (1.923) denominó "parenchyme sculpté", que ocupa casi en su totalidad las costillas, las alas y la cara comisural (Lam. 1, fig. 3, sq); es el tejido esencial del pericarpo, sus elementos son isodiamétricos, de ángulos redondeados que dejan lugar a un sistema de meatos aeríferos muy desarro llado, con paredes que presentan engrosamientos secundarios, lignificadas en su mayor parte (Lam. 6, fot. 5 y 6). Casi exclusivamente en las valéculas rodeando las vitas y en la base de las costillas, encontramos parénquima mesocárpico no lignificado (Lam. 1, fig. 3, pq), integrado por elementos de paredes celulósicas,

delgadas, sin engrosamientos secundarios. En algunas ocasiones, una o dos capas de estas células parenquimáticas llegan hasta lo alto de las costillas y ocupan también las zonas adyacentes al floema del haz conductor. Este tejido se destruye en mayor o menor proporción durante el proceso de maduración del fruto.

El parénquima profundo del mesocarpo rodea las vitas y está en contacto directo con el endocarpo. Sus células son de paredes delgadas celulósicas, un poco alargadas tangencialmente, dispuestas en una o dos capas muy deformadas en el fruto maduro.

En el seno del mesocarpo encontramos los haces conductores solitarios, uno por cada costilla (Lam. 1, fig. 1,2 y 3, hd y hl) . Su sección en las costillas dorsales suele ser aproximadamente circular (Lam. 8, fot. 2 y 4) y en las laterales elíptica (Lam. 6, fot. 3; Lam. 8, fot. 1 y 3). En estas últimas el haz conductor a veces se escinde en dos zonas aisladas (Lam. 6, fot. 2). El número de capas del mesocarpo que separan los haces conductores del endocarpo, es generalmente menor en las costillas dorsales que en las marginales y varía con la especie. El floema se sitúa en dirección a la periferia del mericarpo y en el proceso de crecimiento del haz conductor se divide en dos zonas aisladas por el xilema. Las células del floema son pequeñas y se destruyen en la madurez del fruto. El xilema está integrado por vasos, traqueidas y tejido mecánico y en corte transversal es muy difícil distinguir unas de otras (Lam. 6, fot. 4).

Las vitas presentes en número de seis, cuatro dor

sales y dos comisurales, se sitúan en la capa más interna del mesocarpo. El contorno que presentan en sección transversa es aproximadamente oval, con el eje mayor paralelo al endocarpo (Lam. 7, fot. 1,2,4 y 7). En algunos casos hemos observado la existencia de pequeñas vitas intrayugales cuyo número y posición varía (Lam. 7, fot. 5).

El endocarpo está formado de una capa de células parenquimáticas, tangencialmente alargadas, regulares, desprovistas de cloroplastos que no se deforman y rodean estrechamente a la semilla.

La semilla está rodeada por la testa, cuyas capas integrantes, a consecuencia de su destrucción y aplastamiento no son observables. El endosperma presenta un contorno ondulado en el dorso, correspondiendo las depresiones a las vitas valeculares. Las células del endospermo están llenas de almidón y gotas de grasa.

Este es el esquema general al cual se ajustan con pequeñas variaciones todas las especies estudiadas pertenecientes a esta sección. A continuación describiremos en detalle dichas diferencias.

3.1.1. Angelica sylvestris L.

Las células del epicarpo presentan una sección rectangular, tangencialmente alargada en todo el contorno del mericarpo, cutícula fuertemente plisada, papilas encima de las costillas dorsales y en los extremos de las alas (Lam. 5, fot. 2).

El tamaño de las células del mesocarpo es de 80

a 100 μ m.

Los haces conductores dorsales son casi redondos, con un tamaño aproximado de 100 a 140 μ m, están separados del endocarpo por 2-3 capas de células mesocárpicas, del epicarpo por 6-8 capas, lateralmente casi no existe parénquima mesocárpico. Los haces conductores de las costillas laterales presentan un contorno elíptico ocupando toda la anchura de la costilla, su tamaño es de 200-400 μ m. y están separados del endocarpo por 5-6 capas de células. A veces este tejido conductor se escinde en dos zonas aisladas, dando la apariencia de dos haces separados.

Las vitas poseen una anchura de 150-200 μ m, y en el fruto maduro no existe ningún tejido mesocárpico entre ellas y el epicarpo, pues las células parenquimáticas se han destruido. En algunas ocasiones hemos observado vitas suplementarias en la cara comisural, así como canales intrafasciculares en las costillas marginales.

Las células del endocarpo son rectangulares muy alargadas, con un tamaño aproximado de 70-90 x 10 μ m.

3.1.2. Angelica razulii Gouan

Las células del epicarpo presentan un contorno sumamente irregular, con la cara externa muy convexa, provista de numerosas papilas mayores y más numerosas encima de las costillas dorsales, estando recubiertas de una cutícula fuertemente plisada - (Lam. 5, fot. 3 y 4).

Las células del mesocarpo presentan un tamaño comprendido entre las 30-50 μm .

Los haces conductores de sección elíptica tienen un tamaño aproximado de 70 X 80 μm . (Lam. 8, fot. 4) y 100 X 200 μm . los laterales (Lam. 6, fot. 2; Lam. 8, fot. 3), ocupando en ambos casos todos ellos casi la totalidad de la anchura de la costilla. Los dorsales están separados del endocarpo por 1-2 capas de células y del epicarpo por 2-3 capas, lo que nos proporciona una idea exacta de la escasa prominencia de las costillas dorsales. Los haces conductores laterales se separan del mesocarpo por 2-3 capas de células.

Las vitas tienen una anchura comprendida entre 130-200 μm . y se encuentran separadas del epicarpo por 2-3 capas de células en las valéculas y 3-5 capas en la comisura (Lam. 7, fot. 7). Las paredes de estas células mesocárpicas no están lignificadas.

Las células del endocarpo rectangulares, sumamente alargadas, tienen un tamaño aproximado de 90 X 8 μm .

3.1.3. Angelica major Lag.

El epicarpo está formado por células rectangulares, con las paredes laterales verticales, un poco más anchas que altas encima de las costillas y tangencialmente alargadas en el resto del mericarpo. Presentan una cutícula fuertemente plisada, papilas encima de las alas y contienen gran cantidad de drusas de oxalato cálcico.

El endocarpo muy abundante posee braquisclereidas de un tamaño comprendido entre las 50-80 μ m. (Lam. 2, fig.1).

Los haces conductores son aproximadamente elípticos, los dorsales de 80 X 110 μ m. y los laterales de 260 X 130 μ m. En las costillas dorsales se separan del epicarpo y del mesocarpo por 2-3 capas de células en ambos casos. Los haces conductores marginales están separados del endocarpo por 6 capas de células mesocárpicas (Lam. 6, fot. 3 y 4).

Las vitas, bastante grandes, poseen una anchura comprendida entre las 240-270 μ m. y tanto las vasculares como las comisurales se separan del epicarpo por 2-4 capas de células de paredes muy frágiles, destruidas en mayor o menor grado en el fruto maduro (Lam. 7, fot. 2).

Las células del endocarpo tangencialmente alargadas, poseen una anchura comprendida entre las 45-90 μ m. y una altura aproximada de 10 μ m.

3.1.4. Angelica pachycarpa Lge.

El epicarpo está integrado por células semejantes en todo el contorno del mericarpo, recubiertas por una cutícula lisa, que presentan escasas papilas y contienen drusas de oxalato cálcico en gran cantidad.

Los frutos de esta especie son los que presentan un mesocarpo más desarrollado, con gran abundancia de elementos lignificados que tienen un tamaño

comprendido entre las 50-100 μm . (Lam. 2, fig. 2).

Los haces conductores presentan una sección aproximadamente circular, los dorsales con un diámetro que oscila entre las 130-150 μm . y los laterales entre las 200-300 μm . (Lam. 8, fot. 1). Se encuentran rodeados de abundante esclerenquima, en el dorso están separados del epicarpo por 6 capas de células, del endocarpo por 4 capas y lateralmente existen 4-5 capas de dichas células esclerenquimáticas. En las costillas marginales el haz conductor se separa del endocarpo por 6-8 capas de células y en todo su contorno está rodeado de abundantes elementos mesocárpicos. Además existen dos pequeños fascículos comisurales, situados simétricamente a ambos lados del canal comisural.

Las vitas poseen una anchura de 270 μm . y se separan del epicarpo por 4-6 capas de tejido esclerenquimático.

Las células del endocarpo, de sección rectangular, poseen una anchura comprendida entre las 55-90 μm . y una altura de 14 μm .

3.1.5. Angelica heterocarpa Lloyd

Las células del epicarpo presentan una sección rectangular, siendo más alargadas las de las alas, con la cara externa convexa, salvo en las costillas dorsales que es muy irregular y con papilas. La cutícula es lisa.

Los haces conductores dorsales son aproximada

mente circulares (Lam. 7, fot. 2 y 4), con un tamaño comprendido entre 70-130 μ m. y los laterales elípticos de 130-200 μ m. Todos ellos están separados del endocarpo por 4-5 capas de células mesocárpicas y en las costillas dorsales entre el epicarpo y el haz conductor encontramos hasta tres capas de dichas células.

Las vitas tienen una anchura de 250-3000 μ m. y por su cara externa están cubiertas por unas tres capas de células mesocárpicas no lignificadas. También hemos observado la presencia no siempre constante de canales secretores en las costillas dorsales, encima del haz conductor (Lam. 7, fot. 4 y 5; Lam. 8, fot. 2 y 8).

Las células del endocarpo poseen una anchura de 90-110 μ m. y una altura de 10 μ m.

3.2. Sección ARCHANGELICA (Subgénero ARCHANGELICA)

Los caracteres comunes a los táxones de esta sección son: mericarpos elipsoidales, dorsalmente comprimidos, plano-convexos, unidos a un carpóforo bipartido.

La sección transversal en la zona ecuatorial del mericarpo presenta cinco costillas primarias, las tres dorsales prominentes, carinadas, y las dos laterales prolongadas en alas cortas. El pericarpo se estrecha en mayor o menor grado a nivel de las valéculas. La cara comisural es relativamente plana. La forma y el tamaño de las costillas en sección transversa, así co

mo el grado de estrechamiento del epicarpo en las valéculas se mantienen relativamente constantes dentro de cada especie y determinan la sección característica de cada una de ellas (Lam. 3, fig. 1, 2 y 3).

En el pericarpo de fuera adentro, se puede diferenciar: epicarpo, mesocarpo diferenciado en cuatro capas (clorénquima, esclerénquima, capa de desagregación y parénquima interno), endocarpo, haces libero-leñosos, vitas, zona comisural.

El epicarpo está formado por una capa continua de células, salvo en parte de la comisura. En general estas presentan sección rectangular, tangencialmente alargada, con la pared externa ligeramente más gruesa, a veces con papilas y recubierta de una cutícula fuertemente plisada (Lam. 5, fot. 1, 5 y 6).

La capa más externa del mesocarpo, el clorénquima, está poco desarrollado. La integran dos o tres capas de células parenquimáticas, con numerosos meatos aeríferos, que en el fruto maduro están totalmente desprovistas de cloroplastos.

El esclerénquima es el tejido mesocárpico más desarrollado, constituye casi la totalidad de las costillas dorsales, las valéculas, las alas laterales y la cara comisural. Sus elementos son branquisclereidas poliédricas, con ángulos redondeados, lo que da lugar a un sistema de meatos aeríferos muy desarrollado. Las paredes presentan engrosamientos secundarios y al final se lignifican. Las punteaduras, generalmente son simples, elípticas y se orientan perpendicularmente al eje mayor de la célula (Lam. 5, fot. 6).

Por debajo del esclerénquima encontramos la "capa de desagregación del mesocarpo" (BRIQUET, - 1.923) (Lam. 6, fot. 1; Lam. 8, fot. 7). Esta capa está formada de células bastante grandes, hialinas, con paredes celulósicas muy delgadas, sin engrosamientos secundarios. Solo es observable en las primeras fases de desarrollo del fruto ya que su desagregación se efectúa durante el proceso de maduración, por rotura de las paredes radiales de esta capa.

El parénquima mesocárpico profundo, se situa debajo de la capa descrita anteriormente y está en contacto directo con el endocarpo. Sus células tangencialmente alargadas, de paredes delgadas, lisas, celulósicas, se disponen en varias capas que en el fruto maduro se encuentran considerablemente deformadas.

En el seno de las costillas se encuentran situados los elementos conductores. Por presentar diferencias en el número y disposición de los haces conductores, haremos la descripción en detalle para cada una de las especies estudiadas. Se ha podido observar también la presencia de varios haces conductores internos, de sección subcircular, muy pequeños, cuyo número y posición no se mantiene constante al mismo nivel en todos los frutos.

La existencia de vitas intrayugales se ha podido comprobar en todos los casos. Su número y posición no se mantienen constantes, generalmente encontramos una en las costillas dorsales y dos en las laterales a derecha e izquierda del tejido conductor. Las vitas que se encuentran en la capa interna del mesocarpo son homólogas a las vitas valeculares que hemos visto en el

caso anterior. Son muy numerosas (20-40), se sitúan formando un cordón continuo alrededor del endocarpo, presentan una sección transversal elíptica, con el eje mayor de la elipse paralelo al endocarpo. El epitelio de los canales está integrado por células rectangulares un poco alargadas tangencialmente.

El esclerénquima de la cara comisural es igual al del resto del fruto salvo en las proximidades del canal comisural donde está integrado por elementos más pequeños y fuertemente lignificados.

La semilla está rodeada por la testa y separada del endocarpo en la zona comisural. Sus células contienen gran cantidad de gotas de aceite y aleurona.

En los frutos completamente maduros encontramos una semilla más o menos libre envuelta por el endocarpo y las vitas; esta capa envolvente está a su vez libre en una segunda envuelta formada por las zonas externas del mesocarpo y el epicarpo.

3.2.1. ANGELICA ARCHANGELICA L.

El epicarpo está formado por células de contorno irregular que presentan grandes papilas en su cara externa y en las paredes laterales y la cutícula fuertemente plisada (Lam. 5, fot. 5 y 6).

Los haces conductores fueron descritos por - BRIQUET (1.923) con todo detalle (Lam. 6, fot. 1; Lam. 8, fot. 5 y 6). En las costillas dorsales existen de 3-5 fascículos liberoleñosos dispuestos en

arco y separados los unos de los otros por un pa
rénquima cuyas células son de menor tamaño que en
el resto del mesocarpo. Cada uno de estos haceci
llos está integrado por un xilema con tráqueas y
algunos vasos, adosado a una pequeña placa libe
riana. En las costillas marginales se conserva la
misma estructura, pero generalmente integrada por
un número mayor de fascículos. El tejido conduc
tor en las costillas dorsales ocupa un espacio -
aproximado de unas 100-200 μ m. y en las laterales
de 300-400 μ m. Existen además varios hacecillos
internos de sección circular, cuyo número y posi
ción no es constante.

Las vitas pequeñas y muy numerosas, (20-30),
tienen una anchura aproximada de 70 μ m.

El tejido conductor de las costillas dorsales
está separado del endocarpo por 6-8 capas de célu
las y del epicarpo por unas 10. En las costillas
marginales el número de capas entre el endocarpo y
el tejido conductor es de 10.

El endocarpo en la valécula central casi desa
parece, en las dos valéculas laterales y en la co
misura está integrado por 2-3 capas. Sus elementos
tienen un tamaño comprendido entre las 50-60 μ m.

3.2.2. Angelica littoralis Fries

El epicarpo está integrado por células tangen
cialmente muy alargadas con papilas en las paredes
laterales y cutícula plisada.

El mesocarpo, salvo en las valéculas, está integrado por 3-4 capas de células, con un tamaño de 50-80 μm . Los haces conductores de las costillas dorsales son semicirculares de 80-161 μm ., separados del endocarpo y del epicarpo por 4-5 capas de células. En las costillas marginales son elípticos, de 130 X 330 μm . y están separados del endocarpo por 6-8 capas de células. Las vitas se presentan en número mayor de 25 y tienen una anchura de 100 μm . (Lam. 3, fig. 2).

Las células del endocarpo, tangencialmente alargadas, tienen una anchura de 25-55 μm . y una altura de 10 μm .

3.2.3. Angelica decurrens Ldb.

El epicarpo presenta las mismas características que en las dos especies anteriores.

El mesocarpo en las valéculas y en la comisura está integrado por 3-4 capas de células que tienen un tamaño comprendido entre 50-80 μm .

Los haces conductores son aproximadamente circulares, de 70-100 μm ., con 1-2 capas de células mesocárpicas en la parte superior y 4-5 en la inferior. Los haces conductores laterales son elípticos (Lam. 8, fot. 7), de 80-240 μm . y entre ellos y las vitas hay 6-7 capas de células. Las alas laterales están integradas únicamente por 10-12 capas de células a partir del tejido conductor, lo que nos da una idea de pequeña anchura (Lam. 8, fot. 7).

Las vitas presentes en número superior a 30, tienen una anchura de 70-100 μ m.

Las células del endocarpo rectangulares tan gencialmente alargadas, tienen un tamaño de 50 X 10 μ m.

3.3. FORMAS ANORMALES O MONSTRUOSAS

TIKHOMIROV & GALAKHOVA (1.965), observaron en un ejemplar de A. sylvestris frutos distintos de las formas típicas. Las costillas dorsales de dichos frutos, alguna o todas, se extendían en alas, de modo que existían mericarpos con cinco, cuatro o tres alas.

En la misma planta se podía observar la serie completa, con todos los pasos intermedios, entre frutos normales con las costillas dorsales sólo ligeramente prominentes y frutos con diez alas. El aumento de tamaño de las costillas se acompañaba de un aumento en el tamaño del haz conductor. Las demás estructuras del mericarpo no variaban en relación con la forma típica.

Por nuestra parte hemos observado anormalidades en los frutos de ejemplares pertenecientes a A. major, A. razulii y A. archangelica, que describiremos brevemente (Lam. 4, fig. 1, 2 y 3).

Los frutos de A. major recolectados por nosotros en el Puerto del Acebo (Asturias), presentan variaciones en el grado de prominencia de las costillas dorsa

les, siendo muy frecuente el presentar alguna de las costillas dorsales aladas. Esto mismo ha sido también observado en ejemplares procedentes de otras localidades. En la sección transversal de uno de estos frutos observamos: una de las costillas dorsales prolongada en un ala amplia; un aumento en tamaño del haz vascular de dicha costilla; la presencia de un pequeño fascículo adicional situado en la base de la costilla marginal contigua a la anormal; el floema del haz conductor de dicha costilla marginal contigua a la anormal dirigido hacia el interior del fruto y no hacia la periferia como es normal (Lam. 7, fot. 3 y 6).

En los ejemplares de A. razulii procedentes de El Serrat (Andorra, Pirineos), hemos observado junto a frutos completamente normales, otros que difieren de la forma típica por poseer uno de sus mericarpos cuatro costillas dorsales y cinco vitas valeculares y el otro dos costillas dorsales y únicamente tres vitas valeculares, lo que representa un aumento y una disminución respectivamente de un haz vascular y una costilla dorsal, por lo que el número total de costillas en el fruto no ha variado. Por lo demás la constitución del pericarpo no presenta ninguna otra anomalía (Lam. 4, fig. 2).

En los frutos de la A. archangelica cultivada en el Jardín del Laboratorio de Química del Museo de Ciencias Naturales de París, encontramos junto a mericarpos normales, una gran proporción de ellos que solo poseen dos costillas dorsales desarrolladas. La sección transversal de estos frutos difiere de la que presentan los frutos normales por la reducción en una

de las costillas dorsales del tejido conductor a dos pequeños hacecillos conductores acompañada también de una considerable reducción en el mesocarpo de dicha costilla (Lam. 4, fig. 3).

Estas descripciones anormales tienen un carácter monstruoso y no proporcionan bases suficientes para la descripción de un táxon nuevo. En conjunto tienen el interés de poner de manifiesto que en una misma especie la forma y medidas de las costillas pueden variar ampliamente. Esto nos lleva a la conclusión de que las medidas relativas a las costillas del fruto en Angelica, tienen que manejarse con sumo cuidado y que en concreto en este grupo no se puede dar gran importancia taxonómica a dichos caracteres.

4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

1. Las diferencias más importantes en la anatomía de los mericarpos se encuentran a nivel de sección, siendo estas principalmente las que se refieren al número de vitas, seis en la sección Angelica y 20-30 o más en la sección Archangelica, y el fenómeno de desagregación del mesocarpo interno en las especies de la sección Archangelica.
2. Las diferencias que presentan los mericarpos de las especies de la sección Angelica estudiados, se refieren al relieve externo de la cutícula, a la forma de las células del epicarpo, y al número de capas del mesocarpo, se trata por tanto de pequeñas

diferencias que no afectan en gran medida a la organización de los mismos.

3. Las dos únicas especies que presentan la cutícula lisa son A. pachycarpa y A. heterocarpa Lloyd, mientras que todas las demás poseen una cutícula fuertemente plisada.
4. Entre las especies de la sección Angelica, la que posee un mesocarpo más grueso es A. pachycarpa y la especie con el mesocarpo más delgado es A. razulii Gouan.
5. Las especies con vitas visibles al exterior, sufren un proceso de destrucción de las células del parénquima mesocárpico situado encima de las mismas durante el proceso de maduración del fruto. Es por eso que al considerar este carácter, únicamente debemos referirlo a los frutos completamente maduros.
6. Las especies con vitas no visibles al exterior, poseen siempre esclerénquima sobre las mismas. Este tejido al estar constituido por elementos lignificados no se destruye en el proceso de maduración del fruto e impide que las vitas se vean al exterior.
7. La organización de los haces vasculares de A. archangelica es altamente original y muy diferente de la del resto de especies, incluso de las especies de su misma sección. Los haces vasculares del resto son muy semejantes, presentando siempre un contorno circular o elíptico.

8. El número de vitas es constante en las especies de la sección Angelica (4+2). Esto no sucede en las especies de la sección Archangelica que presenta pequeñas y numerosas vitas (20-40), variando el número a nivel individual y específico.

Las vitas de mayor anchura en sección transversal son las de A. major Lag. y las más pequeñas las de A. archangelica.

9. En el presente estudio anatómico ha sido puesta de manifiesto la gran uniformidad que existe en la anatomía de los mericarpos de las especies pertenecientes a una misma sección, lo que viene a corroborar la opinión de TIKHOMIROV y TRETYAKOVA (1.967) en el sentido de que los caracteres anatómicos del fruto suministran diferencias suficientes como para distinguir y caracterizar las secciones, pero estas diferencias no son de gran valor taxonómico a nivel específico.
10. Admitiendo las opiniones expresadas por diversos autores, DAVIS & HEYWOOD (1.963) SAENZ de RIVAS & al. (1.978), sobre las tendencias evolutivas de los caracteres morfológicos y anatómicos de los mericarpos, debemos considerar que las especies de la sección Archangelica presentan caracteres anatómicos más primitivos que las especies de la sección Angelica. La existencia de la capa de desagregación del mesocarpo interno en la sección Archangelica, confiere a los mericarpos cierta semejanza a la drupa, que es el fruto de las Araliaceas y de las cuales se consideran derivadas. Además deben ser considera

das como características más primitivas, la presen
cia de abundante parénquima mesocárpico lignifica
do, el pequeño tamaño de los haces vasculares y la
presencia de pequeñas y muy numerosas vitas.

Cuadro 1. Características analíticas de la sección transversal en la zona de los marjuegos del primer *Amphibia* L.

Tipos estudiados	Cultivos	Células del exterior		Número de capas del mesodermo existentes						Relación de las células de la zona de los marjuegos	Desarrollo de la zona de los marjuegos	Forma de la zona de los marjuegos				Vistas		Tamaño de las células en μ	
				Diseño del mesodermo		Células de la zona de los marjuegos		Células de la zona de los marjuegos				Forma de la zona de los marjuegos		Tamaño en μ					
		Con las células	Forma en las células derivadas	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos			Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos	Células de la zona de los marjuegos		Células de la zona de los marjuegos
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	+	Rectangular	2-3	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	+	-	Circular	Elíptica	100-140	200-400	311	150-200	80-100	70-100
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	+	Irregular	1-3	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	-	-	Elíptica	Elíptica	70-80	100-200	5	150-200	30-50	80-100
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	+	Alta y angosta	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	-	-	Elíptica	Elíptica	80-110	150-240	5	240-370	50-80	45-80
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	+	Rectangular	4	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	+	-	Circular	Circular	150-190	200-300	5	270	50-100	55-80
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	+	Alta y angosta	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	+	-	Circular	Elíptica	70-130	150-200	5	250-300	50-80	80-110
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	+	Irregular	4-6	10	10	10	10	10	+	+	Elíptica	Elíptica	100-200	150-350	20-30	70	50-80	25-50
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	+	Rectangular	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	+	+	Circular	Elíptica	80-160	150-350	25-40	100	50-80	25-50
<i>A. Scleritis</i> L.	Pilosa	-	Irregular	3-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	+	+	Circular	Elíptica	70-100	80-240	30-40	70-100	50-80	50-80

8151

L A M I N A 1

ESQUEMAS DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LOS MERICARPOS

Fig. 1 Angelica sylvestris L. (x 40)

Fig. 2 Angelica razulii Gouan (x 40)

Fig. 3 Costilla marginal de Angelica sylvestris L.

cc. canal comisural
cd. costilla dorsal
cl. costilla lateral
cm. cara comisural
ed. endocarpo
edp. endosperma
ep. epicarpo
fl. floema
hd. haz vascular dorsal
hl. haz vascular lateral
ms. mesocarpo
pq. parénquima mesocárpico
sq. esclerénquima mesocárpico
vc. vita comisural
vl. valécula
vv. vita valecular
xl. xilema

LAMINA I

82.4

Fig.1

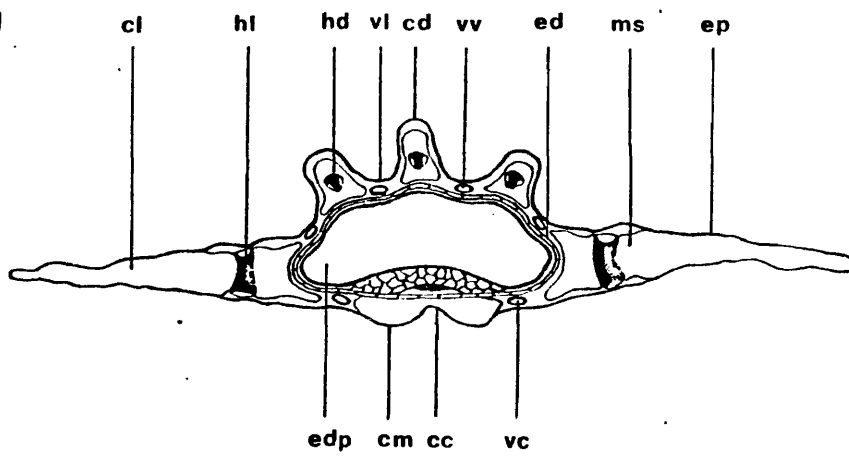


Fig.2

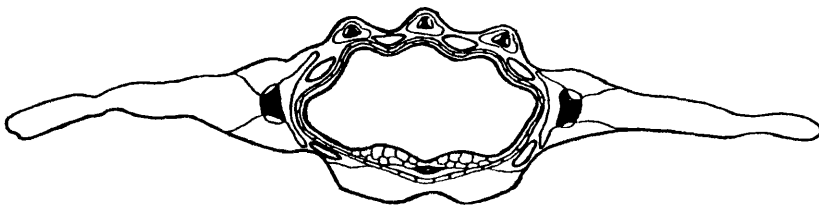
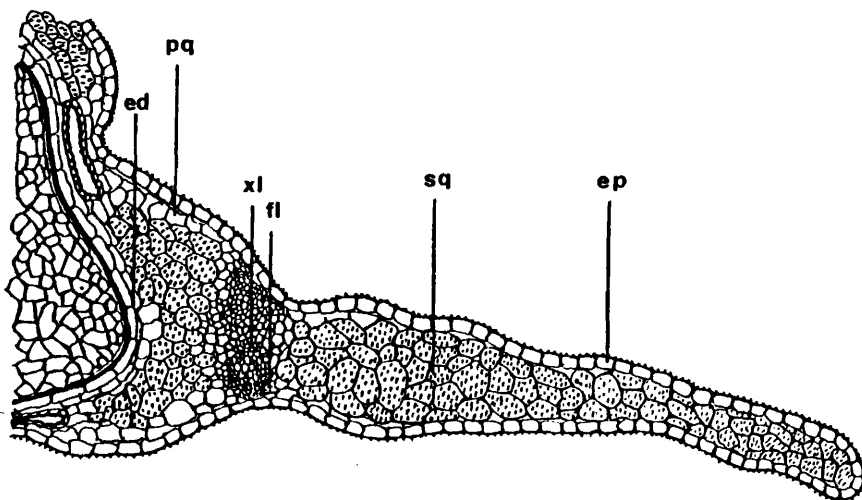


Fig.3



L A M I N A 2

ESQUEMAS DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LOS MERICARPOS

Fig. 1 Angelica major Lag.

Fig. 2 Angelica pachycarpa Lge. (x 40)

Fig. 3 Angelica heterocarpa Lloyd (x 40)

cc. canal comisural
cd. costilla dorsal
cl. costilla lateral
cm. cara comisural
cy. canales intrayugales
ed. endocarpo
edp. endosperma
ep. epicarpo
fc. fascículos comisurales
hd. haz vascular dorsal
hl. haz vascular lateral
ms. mesocarpo
vc. vita comisural
vl. valécula
vv. vita valecular

LAMINA 2

64.-

Fig.1

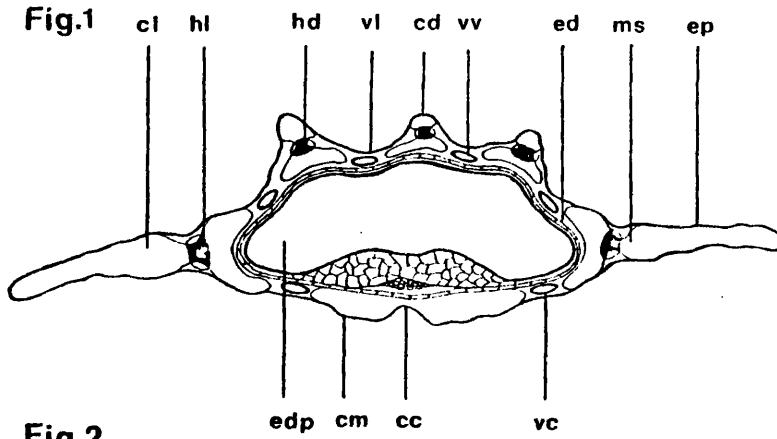


Fig.2

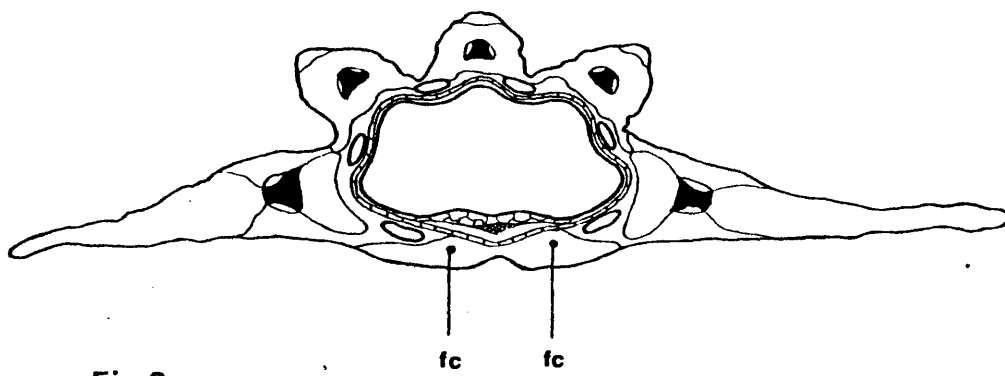
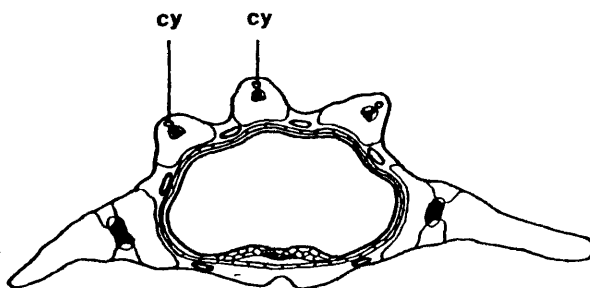


Fig.3



L A M I N A 4

ESQUEMAS DE LA SECCION TRANSVERSAL DE MERICARPOS ANORMALES

Fig. 1 Angelica major Lag.

Fig. 2 Angelica razulii Goua (x 40)

Fig. 3 Angelica archangelica L. (x 40)

cc. canal comisural
cd. costilla dorsal
cda. costilla dorsal anormal
cl. costilla lateral
cm. cara comisural
csn. costilla dorsal supernumeraria
edp. endospermo
fc. fascículo intrayugal
fcd. fascículos intrayugales anormales
fli. floema situado hacia el interior
hd. haz vascular dorsal
hl. haz vascular lateral
vc. vita comisural
vsn. vita supernumeraria

Fig.1

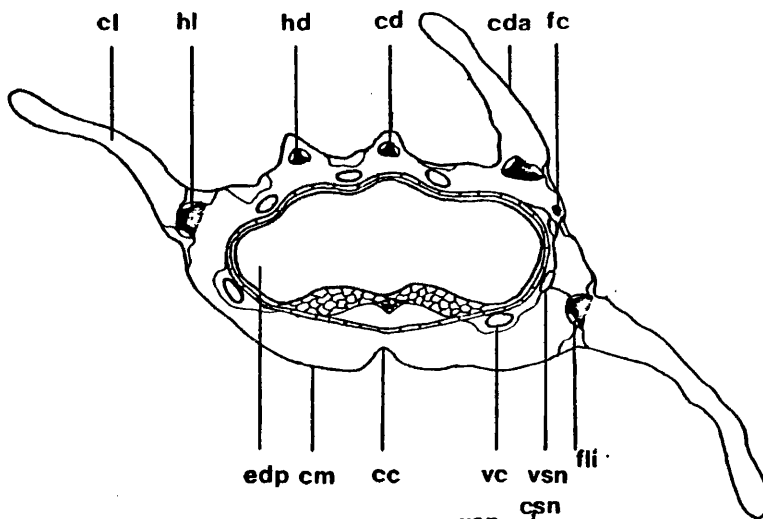


Fig.2

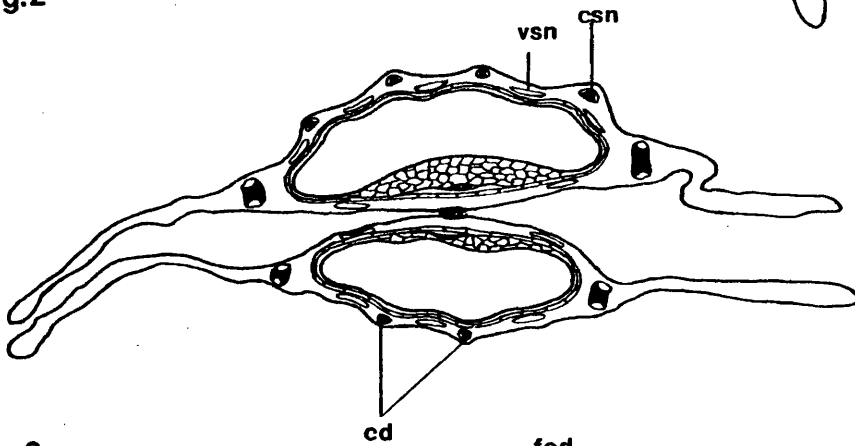
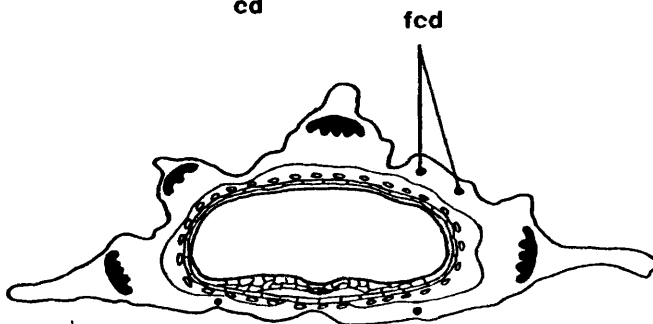


Fig.3



L A M I N A 5

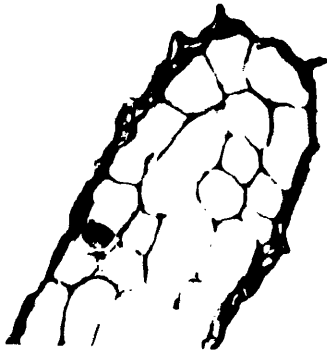
MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LOS
MERICARPOS

1. Sección transversal del ala de A. archangelica L., en la que podemos observar la forma de las células del epicarpo y del mesocarpo. (x 100).
2. Sección transversal del extremo del ala de A. sylvestris L., en la que podemos apreciar el contorno de las células del parénquima mesocárpico, y las papilas que presentan las células del epicarpo. (x 500).
3. Sección transversal del epicarpo de A. razulii Gouan, en la que se observa el contorno sumamente irregular de sus células y la cutícula fuertemente plisada. (x 500).
4. Idem. (x 1.000).
5. Sección transversal del epicarpo de A. archangelica L., en las valéculas. (x 1.000).
6. Idem. en las costillas. (x 500).

1



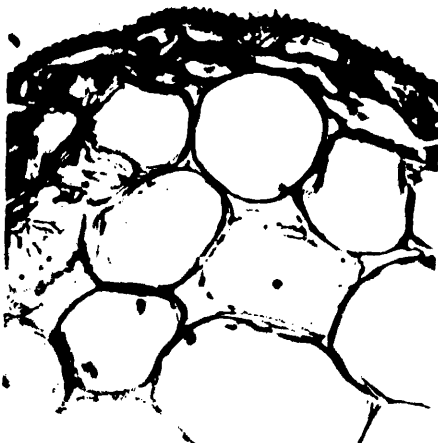
2



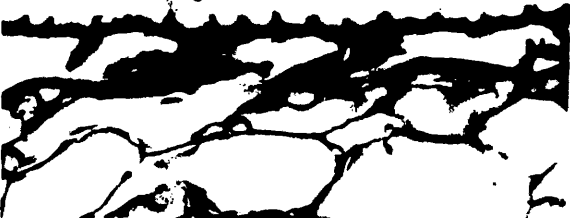
4



6

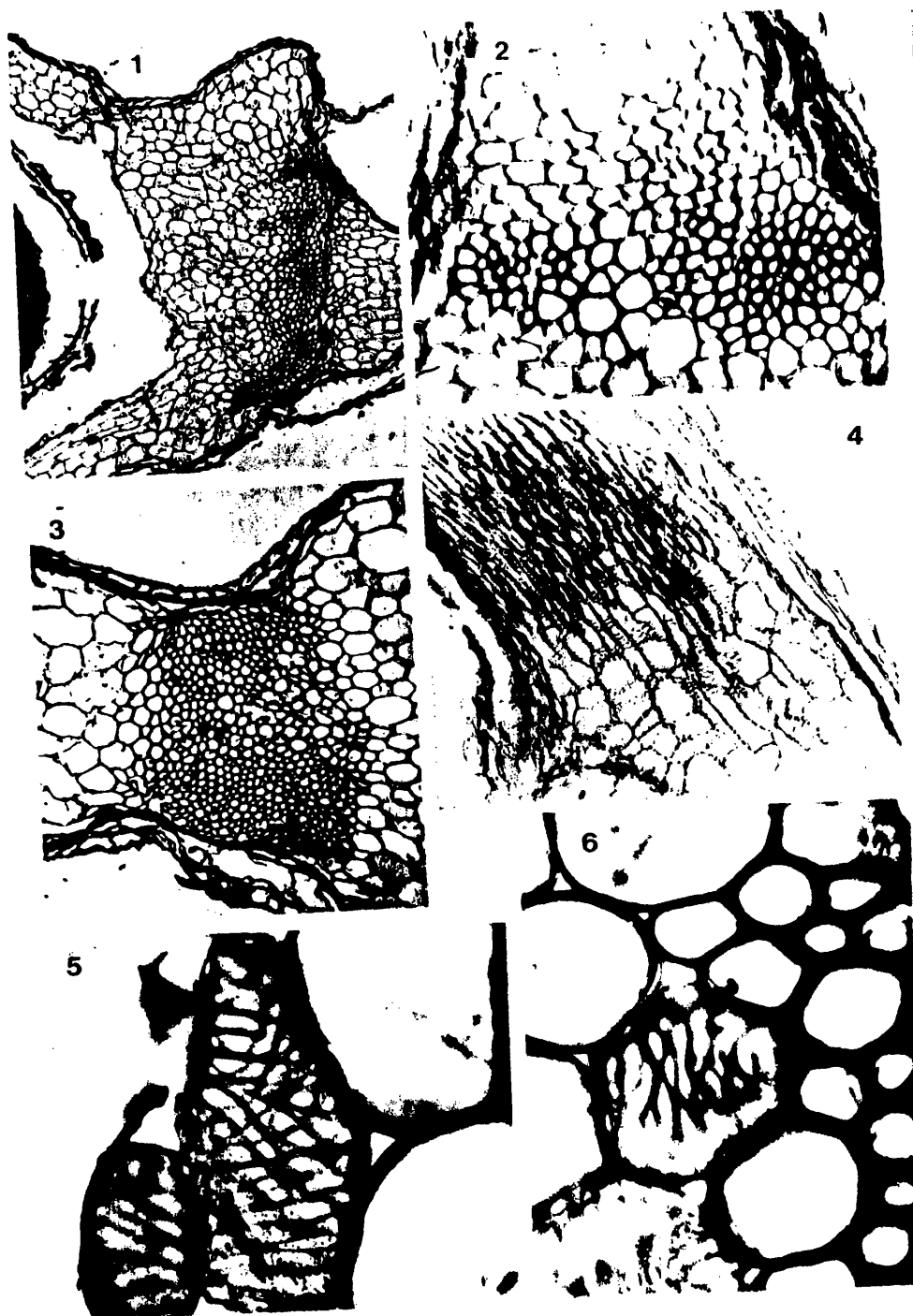


5



L A M I N A 6MICROFOTOGRAFÍAS ÓPTICAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL MEDIA
DE LOS MERICARPOS

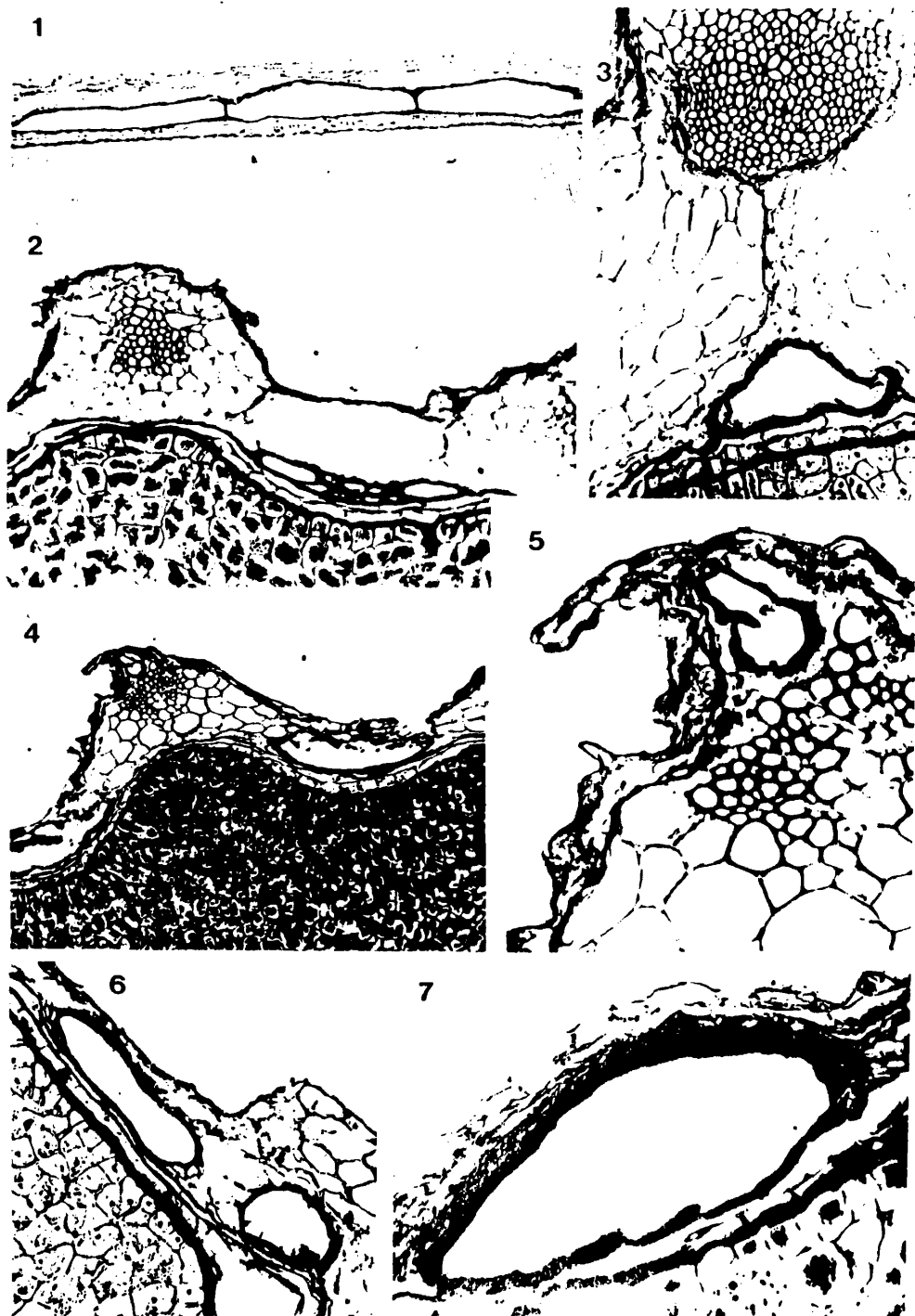
1. Sección transversal de la costilla lateral de A. archangelica, en la que se observa: zona de desagregación del mesocarpo interno; tejido mesocárpico con abundantes elementos lignificados; tejido conductor de la costilla. (x 100).
2. Sección transversal del haz vascular de la costilla lateral de A. razulii Gouan. (x 500).
3. Sección transversal del haz vascular de la costilla lateral de A. major Lag.
4. Sección longitudinal del haz vascular dorsal de A. major Lag., donde se puede observar el xilema y la disposición de los engrosamientos de lignina en las células. (x 200).
5. Sección transversal de una célula parenquimática lignificada o braquisclereida de A. heterocarpa Lloyd. (x 1.000).
6. Idem. (x 1.000).



L A M I N A 7

MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DE LAS SECCIONES DE LOS MERICARPOS

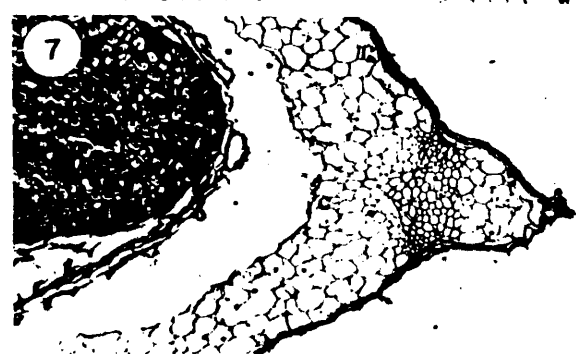
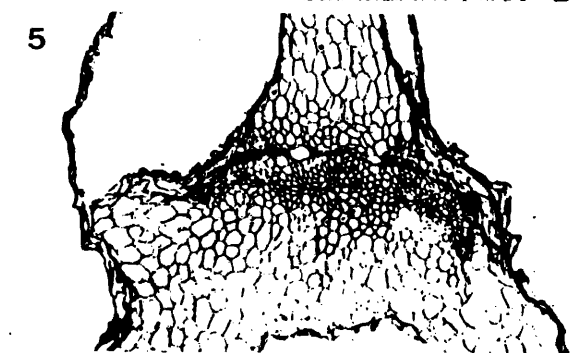
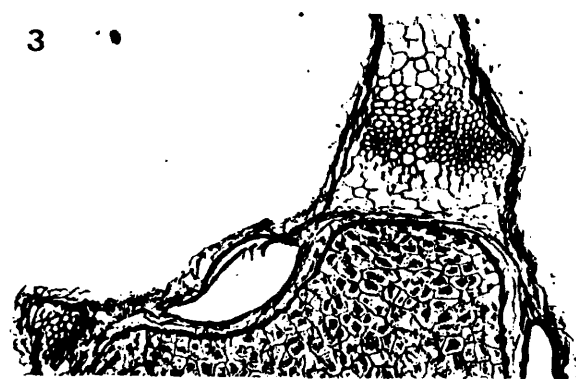
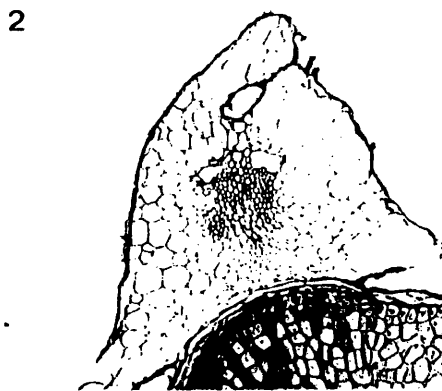
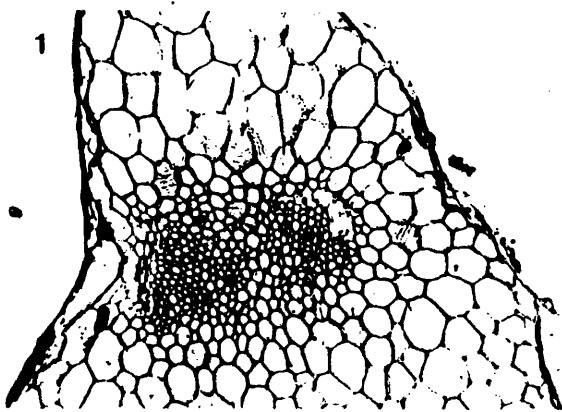
1. Sección longitudinal de una vita valecular de A. sylvestris L., en la que pueden observarse los tabiques transversales. (x 25).
2. Sección transversal de una costilla y una valécula de A. major, mostrando la desagregación del mesocarpo en la valécula, encima de la vita, y el contorno de las células que integran las vitas. (x 200).
3. Sección transversal de la costilla anormal de A. major (Puerto de Acebo, Asturias) que muestra el haz vascular, con el floema situado hacia el interior del mericarpo y la vita supernumeraria situada debajo de él. (x 250).
4. Sección transversal de la costilla dorsal de A. heterocarpa Lloyd, en la que podemos observar el canal secretor adosado al haz conductor. (x 100):
5. Idem. (x 500).
6. Sección transversal de un mericarpo anormal de A. major en la zona valecular, mostrando una pequeña vita supernumeraria, próxima a la vita valecular normal. (x 200).
7. Sección transversal de una vita valecular de A. razulii Gouan. (x 500).



L A M I N A 8

MICROFOTOGRAFÍAS ÓPTICAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DE
LOS MERICARPOS

1. Sección transversal de la costilla lateral de A. pachycarpa Lge., donde se puede apreciar la forma del haz vascular y la abundancia de parenquima mesocárpico lignificado. (x 200).
2. Sección transversal de una costilla dorsal de A. heterocarpa Lloyd, mostrando el haz vascular y un mesocarpo bastante desarrollado (x 100).
- 3 y 4. Sección transversal de las costillas lateral y dorsal respectivamente de A. razulii Gouan. En ambas podemos apreciar la escasez de parénquima mesocárpico. (x 50).
- 5 y 6. Sección transversal de las costillas lateral y dorsal respectivamente de A. archangelica, donde se puede apreciar claramente los haces vasculares múltiples y el "parénchyme sculpte" (BRIQUET, 1.923). (x 50).
7. Sección transversal de un mericarpo de A. decurrens Ldb., donde se observa claramente la zona de desagregación del mesocarpo interno, el contorno del haz vascular lateral y el ala del mericarpo escasamente desarrollada. (x 50).
8. Sección transversal de una costilla dorsal de A. heterocarpa Lloyd, muy maduro, donde se puede apreciar la destrucción del tejido mesocárpico en la parte superior del haz vascular, respecto a la fot. 2. (x 100).



VI. ESTUDIO DEL POLEN

ESTUDIO DEL POLEN

1. ANTECEDENTES HISTORICOS

En las obras que desde finales del siglo XIX y primera mitad del XX se dedican al estudio de la morfología del polen: MOHL (1.834, 1.835), BERG & SCHMIDT (1.861), OETKER (1.888), FISCHER (1.890), BIOURGE (1.892), HANSGIRG (1.897), PARMENTIER (1.901), FEHLMANN (1.911), KNELL (1.914), MEINKE (1.927), ARMBRUSTER & OENIKE (1.929), GRIEBEL (1.930), ZANDER (1.935, 1.937, 1.941, 1.951), BATALLA (1.940), WODEHOUSE (1.942), ERDTMAN (1.943), SELLING (1.947), POKROVSKAIA (1.950), se pueden encontrar datos que se refieren a las Umbelíferas en general y a algunos géneros en particular, pero hasta 1.962, año en que CERCEAU-LARRIVAL publica su trabajo "Plántulas y pólenes de las Umbelíferas", no existe ningún trabajo palinológico importante sobre dicha familia.

Es en este trabajo donde se marcan las directrices básicas que se han de seguir en los numerosos trabajos realizados hasta el momento y que abarcan más de 2.000 especies actuales de las 2.800 conocidas.

También en este trabajo encontramos por primera vez la descripción del polen del género Angelica, para lo cual utiliza los datos morfológicos de los pólenes de tres especies, A. heterocarpa Lloyd, A. razulii Gouan, A. sylvestris L. Dicha descripción es la siguiente: "Polen tricolporado, perprolato ya que la razón P/E está comprendida entre 2-2,5. Oval, ligeramente puntiagudo en los polos, pudiendo estrecharse un poco en el ecuador. Endoapertura oval-rectangular, saliente de 4 X 2,4 a 5,6 X 2,4 μ m. Ectoapertura subterminal de 25-30 μ m. Grosor de la exina en el ecuador mayor que en los polos y en la zona subpolar. Columelas medias y bastante espaciadas. Trilobulado en vista polar".

Estos son hasta el momento los únicos datos que conocemos referidos al género, a los que añadiremos todos los obtenidos en nuestro estudio, que se ha realizado siguiendo la misma línea de trabajo marcada por dicho autor.

Por otra parte, en un intento de realizar un mejor análisis de la variación existente en el conjunto de poblaciones polínicas estudiadas, hemos aplicado métodos estadísticos y de taxonomía numérica. La aplicación de dichos métodos ha sido ya realizada anteriormente por diversos autores.

Histogramas dando la repartición de frecuencias de las dimensiones de los granos de polen han sido realizados por AYTUG (1.959), TSUKADA (1.963), VAN CAMPO (1.966), CERCEAU-LARRIVAL (1.967). Asimismo, la variación de los caracteres cuantitativos ha sido estudiada: 1) por ajuste de una población polínica para un carácter cuantitativo dado a la curva normal (Ley de Laplace-Gauss), por medio del test χ^2 (van der PLUYM & HIDEUX 1.977 a, 1.977 b, HUL THOL 1.976, HUL THOL & HIDEUX, 1.977); 2) por el test t de comparación de medias o su simplificación gráfica aproximada (van der PLUYM & HIDEUX 1.977 a, 1.977 b, HUL THOL 1.976). Dichos autores han aplicado también los métodos de la taxonomía numérica ya que estos permiten el manejo de un número casi ilimitado de poblaciones y de caracteres.

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. ORIGEN DEL MATERIAL Y TECNICAS DE PREPARACION

Se han estudiado un total de 39 poblaciones polínicas, procedentes de material de herbario y de nuestras propias recolecciones. La relación de datos correspondiente a dichas poblaciones se incluyen en la relación

total de muestras estudiadas que constituye el apartado 1.3 del capítulo de "Material y técnicas".

La técnica acetolítica seguida en la preparación y montaje del polen es la ya clásica de ERDTMAN (1.969), y se describe con todo detalle en el apartado 3.1 del capítulo dedicado a "Técnicas de laboratorio utilizadas".

El total de poblaciones ha sido estudiado al microscopio óptico (M.O.), pero al microscopio electrónico de barrido (M.E.B.) hemos estudiado un número reducido de ellas, ya que la gran uniformidad de los resultados obtenidos por medio de esta técnica, para cada uno de los táxones, no ha hecho preciso el estudio de todas ellas.

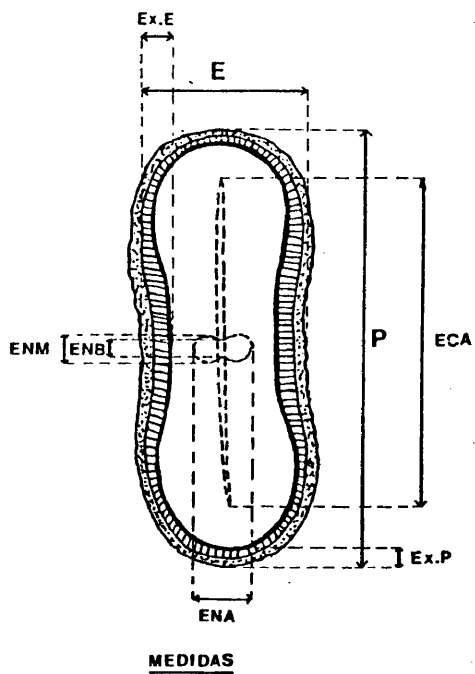
2.2. OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO OPTICO (M.O.)

Las preparaciones acetolizadas y montadas han sido observadas en M.O. a 1.250 aumentos. Las medidas, realizadas con la ayuda de un micrómetro ocular y siempre sobre el grano de polen en corte óptico meridiano (c.o.m.), son las siguientes:

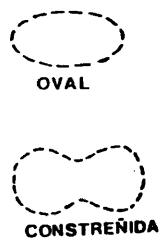
- Longitud del eje polar: P
- Anchura del diámetro ecuatorial: E
- Longitud de la ectoapertura: ECA
- Altura de la endoapertura máxima y mínima: ENM y ENB
- Anchura de la endoapertura: ENA
- Grosor de la exina: . en los polos: Ex.P
 . en la zona subpolar: Ex.Z
 . en el ecuador: Ex.E

CARACTERES POLINICOS

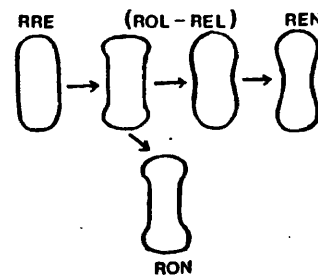
100.



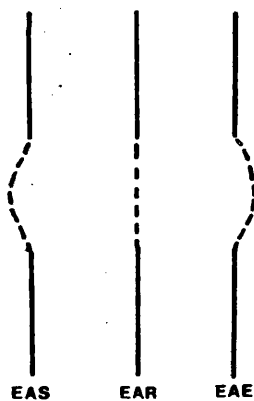
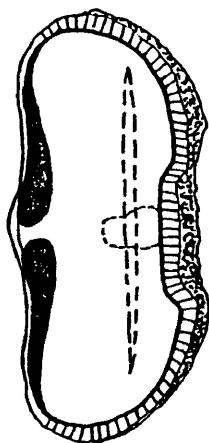
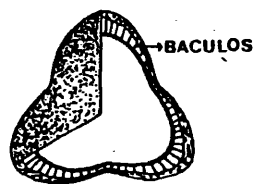
ENDOAPERTURA



TIPOS POLINICOS



VISTA POLAR



Dichas medidas, más todas las observaciones sobre caracteres cualitativos, nos han permitido la realización del inventario de los caracteres polínicos relativos a la forma, a las dimensiones de los granos de polen y a la estructura de la exina y de las aperturas.

2.2.1. CARACTERES MORFOLOGICOS CUANTITATIVOS

Tamaño del polen: Viene definido por dos parámetros, eje polar P y diámetro ecuatorial E. Para cada población los valores de P y E se han establecido sobre la media de 50 medidas.

Valor de la razón P/E: Expresa la relación que existe entre la longitud y la anchura del grano de polen. Varía entre 1 y 2,5 y nos va a servir para distinguir las siguientes categorías:

$$\begin{aligned} 1 < P/E < 1,5 \\ 1,5 < P/E < 2 & : \text{prolato} \\ P/E > 2 & : \text{perprolato} \end{aligned}$$

Longitud de la ectoapertura: ECA

Tamaño de la endoapertura: Sus dimensiones son dadas en el orden siguiente: Longitud (LC), altura máxima (1A), altura mínima (2A).

Grosor de la exina:

- . en la zona polar (Ex.P)
- . en la zona subpolar (Ex.Z)
- . en la zona ecuatorial (Ex.E)

2.2.2. CARACTERES MORFOLOGICOS CUALITATIVOS

Tipo polínico: Fué establecido por CERCEAU-LARRIVAL (1.962) según la forma del contorno interno de la en dexina en corte óptico meridiano (c.o.m.). Los tipos polínicos para la familia Umbelliferae son:

- subromboidal: RH
- subcircular: CI
- oval: OV
- subrectangular: RG
- estrechado en el ecuador: EC

Las muestras estudiadas, en su mayoría de tipo subrectangular, presentan tendencias claras hacia osi formes y estrechados en el ecuador, de tal modo que a veces es difícil distinguir entre ligeramente osifor me y ligeramente estrechado en el ecuador. Para poder precisar estas tendencias, hemos realizado las siguien tes distinciones:

- subrectangular (RRE)
- subrectangular ligeramente osiforme (ROL)
- subrectangular ligeramente estrechado en el ecuador (REL)
- subrectangular claramente osiforme (RON)
- subrectangular claramente estrechado en el ecuador (REN).

Ectoapertura ECA: Según la relación existente entre su longitud y la longitud total del grano de polen, esta puede ser:

- larga o subterminal, $ECA > 3/5P$ (ECL)
- media, $1/5P < ECA < 3/5P$ (ECM)
- corta, $ECA < 1/5P$ (ECC).

Endoapertura: CERCEAU-LARRIVAL (1.962), afirma que la forma de la endoapertura es constante en el interior de un mismo género y que una misma forma puede encontrarse en géneros diferentes pero próximos, sea desde el punto de vista sistemático, sea desde el punto de vista filogenético. La endoapertura puede ser:

- Vista de perfil: . saliente (EAS)
 - . recta (EAR)
 - . entrante (EAE)
- Vista de frente: . oval (ENO)
 - . constreñida (ENC)

Espesor de la exina: La comparación del espesor de la exina en los polos, en el ecuador y en la zona subpolar del grano, nos proporciona nuevos caracteres cualitativos que añadir a los anteriores:

Exina P = Exina E = Exina Z
 Exina P $>$ Exina E & Exina Z
 Exina Z $>$ Exina E & Exina P
 Exina E $>$ Exina P & Exina Z

Contorno de la exina:

- Hemos observado el contorno externo de la exina en la zona ecuatorial en c.o.m. meridiano, que siempre se presenta un poco irregular, por lo que hemos distinguido dos estados:

- . Poco irregular (EXM)
- . Muy irregular (EXI)
- La forma del contorno interno de la endexina en c.o.m. de perfil en la zona subpolar puede ser:
 - . redondeado (ENR)
 - . plano (ENP)
 - . intermedio (ENI).

2.3. OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO (MEB)

Las observaciones al microscopio electrónico de barrido de las superficies tectales y de las superficies de ruptura de la exina obtenidas por ultrasonidos, nos ponen de manifiesto los caracteres estructurales del tectum y de sus elementos constitutivos, así como la estratificación de la exina. Para su descripción hemos decidido adoptar la terminología representada en el siguiente esquema, realizado por C. SAENZ (1.976)

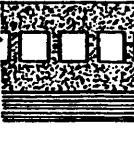
E S P O R O D E R M I S	PAREDES	CAPAS (Erdman 48) (Faegri 56)		ESTRATOS	
	EXINA	SEXINA		TECTUM	
			ECTEXINA	INFRATECTUM	
		NEXINA		BASE	
			ENDEXINA		
	INTINA				

Fig. 1. Estratificación de la esporodermis

La exina, o pared más externa del polen, que no se destruye durante el proceso acetolítico, consta a su vez de dos capas denominadas endexina y ectexina (FAEGRI, 1.956). Ambas capas poseen diferente estructura química y pueden distinguirse ópticamente por coloración con fuchina B, ya que la endexina se tiñe debilmente de rojo y la ectexina toma color rojo oscuro.

La endexina o capa más interna de la exina, es en apariencia continua y homogénea.

La ectexina o capa más externa, consta a su vez de tres estratos:

- Téctum, es el estrato más externo. Puede ser perforado o imperforado, según que esté atravesado o no por poros. En nuestro caso el relieve supratectal puede ser cerebroide, rugulado o presentar formas intermedias.
- Infratectum, situado inmediatamente debajo del tectum, está integrado por los báculos o columelas. Dichos báculos pueden ser simples o digitados.
- Base, es la capa donde reposan los báculos y se encuentra en contacto directo con la endexina. Al Microscopio Electrónico de Barrido (M.E.B.) no es posible diferenciar base y endexina.

2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

El análisis estadístico realizado se refiere a los datos numéricos obtenidos a partir de las observaciones

realizadas al microscopio óptico, y en particular a los parámetros, longitud del eje polar (P) y anchura del diámetro ecuatorial (E).

Para cada población polínica estudiada hemos calculado los siguientes estadísticos básicos: la media (\bar{X}), la varianza (S^2), la desviación típica (S) y el intervalo de confianza al 5% de la media (μ).

Posteriormente hemos realizado el ajuste de los datos obtenidos para P y para E a una Ley Normal de Laplace - Gauss.

2.4.1. AJUSTE A LA CURVA NORMAL (GAUSS)

Se dice que una población presenta una distribución normal cuando la curva de frecuencias de las medidas presenta la forma característica de campana - (HELLER, 1.968; TROUPIN, 1.973).

A partir de la fórmula general de la curva, de la media y de la desviación típica es posible calcular los efectivos teóricos de cada clase de la población. Esto se realiza mediante el cálculo de (Z) que es el intervalo de confianza reducido, es decir, el número de intervalos de confianza por encima y por debajo de la media. Existen tablas que dan el espacio de la curva para los diferentes valores de Z.

Como ejemplo de cálculo de los efectivos teóricos, hemos elegido el realizado para las medidas del eje polar (P) en la muestra de la población de Angelica pachycarpa Lge. (APO3). La distribución observada

va desde $P = 28 \mu\text{m}$, a $P = 34 \mu\text{m}$. Si se consideran las clases teóricas correspondientes, sus límites serían: 27.5, 28.5, 29.5, 30.5, 31.5, 32.5, 33.5, 34.5. Para el cálculo de los efectivos teóricos se utiliza la fórmula:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{S}$$

donde X es el límite considerado, \bar{X} la media y S la desviación típica. Aplicando la fórmula al límite 27.5, obtenemos:

$$Z = \frac{27.5 - 31.14}{1.31} = -2.77$$

A este valor (-2.77) le corresponde en la tabla de probabilidades de la distribución normal reducida un valor de -49.7% que representa el porcentaje por debajo de 27.5. A este valor se le suma el 50% que es el área comprendida desde el origen de la curva a la media : $Z = 50 + (-49.7) = 0.3\%$.

Cálculo de los efectivos teóricos (c) para P de la población APO3.-

Límites de clase	Z	Porcentaje de la población por debajo Z	Frecuencias entre límites de clase	Efectivos teóricos $\frac{\% \times 50}{100}$
27.5	-2.77	50-49.7= 0.3	1.9	1
28.5	-2.02	50-47.8= 2.2	8.4	4
29.5	-1.25	50-39.4=10.6	20.6	10
30.5	-0.49	50-18.8=31.2	29.4	15
31.5	0.27	50+10.6=60.6	24.5	12
32.5	1.04	50+35.1=85.1	11.3	6
33.5	1.80	50+46.4=96.4	3.0	2
34.5	2.56	50+49.4=99.4	0.6	0

2.4.2. APLICACION DEL TEST χ^2

La aplicación del test χ^2 permite la comparación de los efectivos teóricos (c) y de los observados (o). Se establece la hipótesis de que la distribución teórica representa bien la distribución observada y que las desviaciones eventualmente existentes entre efectivos teóricos y observados son debidas al azar del muestreo.

Esta desviación viene dada por la formula:

$$\chi_o^2 = \sum \frac{(o-c)^2}{c}$$

Realizando este cálculo para el ejemplo anterior tenemos:

<u>P</u>	28	29	30	31	32	33	34
c	1	4	10	15	12	6	2
o	1	2	13	18	8	5	3
o-c	0	-2	3	3	-4	-1	1
(o-c) ²	0	4	9	9	16	1	1
$\frac{(o-c)^2}{c}$	0.00	1.00	0.90	0.60	1.33	0.17	0.50

$$\chi_o^2 = 4.50$$

$$\chi_t^2 = 9.49$$

El número que corresponde a χ_o^2 es tanto mayor, cuanto la distribución observada se separa de la distribución teórica. El valor de χ_t^2 se lee en las tablas de distribución χ^2 de Pearson, en nuestro caso,

para una probabilidad de error del 5% y para $\nu = n-k$ grados de libertad, donde n representa el número de clases y k el de operaciones tomadas en consideración. Para nuestro cálculos $k = 3$, ya que las muestras tienen siempre el mismo efectivo (50 medidas) y además tenemos en cuenta la media y la desviación típica.

Lo que nos permiten conocer las tablas son los valores límites de χ^2_t correspondientes a un coeficiente de seguridad dado teniendo en cuenta el número de términos de la distribución. Para $\chi^2_o \geq \chi^2_t$ el resultado contradice la hipótesis de conformidad; la hipótesis se rechaza con un coeficiente de seguridad del 95%. En el caso contrario ($\chi^2_o < \chi^2_t$), los resultados no están en contradicción con la hipótesis. En nuestro ejemplo $\chi^2_o = 4.50 < \chi^2_t = 9.49$, luego podemos afirmar con una probabilidad de error del 5% que la población APO3 es homogénea respecto a P.

2.4.3. COMPARACION DE LAS VARIACIONES DE P Y DE E

La comparación de las medias de P y E la hemos realizado graficamente según el método de SIMPSON y ROE, expuesto por BIDAULT (1.968).

Para cada población representamos graficamente sobre los ejes de coordenadas:

- la media por un trazo horizontal, es decir situado en ordenadas.
- la amplitud de variación de P o de E por un trazo vertical que pase por el punto medio de la línea horizontal que representa la media.

- el intervalo de confianza de la media, que viene dado por $\pm 1.96 \frac{S}{\sqrt{N}}$, donde S es la desviación típica y N el efectivo total de la muestra. Para representar esto se trazan dos líneas perpendiculares a la media y a ambos lados de la línea que representa la amplitud de variación. Estas líneas verticales se unen por dos trazos horizontales en sus extremos para obtener un rectángulo.

El enunciado de este test dice lo siguiente: "Si dos rectángulos que representan los intervalos de confianza alrededor de la media no se superponen, las medias difieren significativamente. Recíprocamente, si los rectángulos se superponen se admite aproximativamente que las medias no difieren significativamente."

2.5. MÉTODOS DE LA TAXONOMIA NUMÉRICA

Los métodos estadísticos se encuentran limitados en su utilidad por el número de caracteres y de poblaciones que es posible manejar simultáneamente. Esto determina la necesidad de recurrir a los métodos de la taxonomía numérica cuando el número de datos que deben manejarse es muy elevado. El fin de dichos métodos es reagrupar diversas entidades taxonómicas, denominadas por SOKAL & SNEATH (1.963) "unidades taxonómicas operacionales (UTO)", por medio de la estimación matemática de su semejanza.

Las unidades taxonómicas operacionales consideradas en este caso son poblaciones polínicas, que según la definición de HIDEUX & coll. (1.978), se trata de un conjunto de pólenes pertenecientes a la unidad floral más pequeña, que no presenta variaciones significativas. La unidad floral para nosotros es la umbela.

La elección de los caracteres debe hacerse teniendo en cuenta la definición de carácter unitario como "elemento de reconocimiento de las unidades de información de base" (SOKAL & SNEATH, 1.973:72). En el presente estudio hemos elegido tanto caracteres cuantitativos como cualitativos, obtenidos a partir de las observaciones al microscopio óptico (M.O.).

Los caracteres cuantitativos (Lam. 9), se refieren a las dimensiones del grano de polen, expresadas en micras (μ m.). La relación completa de los mismos es la siguiente:

PA - Longitud máxima del eje polar.



PM - Longitud media del eje polar.
PI - Longitud mínima del eje polar.
EA - Anchura máxima del diámetro ecuatorial.
EM - Anchura media del diámetro ecuatorial.
EI - Anchura mínima del diámetro ecuatorial.
ECA - Longitud media de la ectoapertura.
LM - Anchura media de la endoapertura.
1A - Altura máxima de la endoapertura.
2A - Altura mínima de la endoapertura.
EXP - Grosor de la exina en la zona polar.
EXZ - Grosor de la exina en la zona subpolar.
EXE - Grosor de la exina en la zona ecuatorial.

Dichos caracteres se transcriben directamente, sin ninguna transformación, son por tanto datos brutos.

Los caracteres cualitativos se refieren todos a la morfología del polen. Dichos caracteres cualitativos (Lam. 9) se relacionan a continuación.:

1. Tipo de polen definido según el contorno interno de la endexina en c.o.m. de frente:
 - RRE, subrectangular alargado.
 - ROL, subrectangular ligeramente osiforme.
 - REL, subrectangular ligeramente estrechado en el ecuador.
 - REN, estrechado en el ecuador.
2. Forma de la endoapertura, en c.o.m. de perfil:
 - EAS, saliente
 - EAR, recta.
 - EAE, entrante.
3. Forma de la endoapertura, en c.o.m. de frente:

- ENC, constreñida.
 - ENO, oval.
4. Forma del contorno externo de la exina en la zona ecuatorial en c.o.m. de frente:
- EXM, poco irregular.
 - EXI, muy irregular.
5. Engrosamiento de la exina en la zona intermedia, en c.o.m. de frente:
- EXB, brusco.
 - EXP, progresivo.
 - EXS, sin engrosamiento.
6. Forma del contorno interno de la endexina, en la zona subpolar, en c.o.m. de perfil:
- ENR, redondeado.
 - ENP, plano.
 - ENI, intermedio.
7. Ectoapertura en c.o.m. de frente:
- ECL, subterminal o larga.
 - ECM, media.

En la anterior relación podemos observar que se trata de caracteres complejos, es decir, que presentan más de dos estados. Los sistemas de codificación utilizados por diversos autores para dichos caracteres complejos son los siguientes:

- Pueden tratarse como caracteres únicos, reagrupando un cierto número de estados, se habla entonces de "caracteres reagrupados". Se codifican en una escala,

donde la amplitud está normalizada en relación a los bornes 10-90. La fórmula $\frac{90-10}{n-1}$, donde n es el número de estados que puede presentar el carácter, da el intervalo entre dos estados consecutivos.

- Se puede disociar en un cierto número de caracteres elementales correspondientes a cada uno de los estados de los caracteres precedentes, llamándose ahora "caracteres disociados" y codificándose en un sistema binario 1-2. Este sistema binario de codificación es el utilizado en nuestro trabajo, ya que su manejo no presenta dificultades, pues el orden de los caracteres no tiene influencia en la codificación.

2.5.1. METODOS DE SOKAL & SNEATH

Algunos de los métodos propuestos por SOKAL & SNEATH (1.973), no utilizan obligatoriamente el ordenador, sirven únicamente para establecer una relación entre las unidades taxonómicas operacionales. La semejanza entre las mismas viene definida por diferentes coeficientes:

- coeficientes de distancia, que nos dan la medida de la desemejanza.
- coeficientes de asociación, que miden la similitud entre las U.T.O.

Las agrupaciones puestas en evidencia por aplicación de estos métodos, se representan por medio de matrices de sombreado diferencial o por dendrogramas de jerarquía taxonómica (fenogramas).

2.5.1.1. DISTANCIAS TAXONOMICAS

El cálculo de las distancias taxonómicas propuesto por SOKAL & SNEATH (1.963), es un método simple que no implica necesariamente la utilización de un ordenador.

En nuestro caso hemos utilizado dos tipos de cálculos para las distancias taxonómicas:

1º Hemos medido la distancia entre dos U.T.O. por medio de la distancia euclídea. Cada U.T.O. (j o k) está caracterizada por n caracteres (i) cuyo estado para esta unidad será X_{ij} o X_{ik} . A la U.T.O. número j le corresponde un conjunto ordenado de valores numéricos X_{ij} , es decir, un vector de un espacio euclídeo con n dimensiones o las coordenadas de un punto en este espacio. La distancia euclídea Δ_{jk} entre dos U.T.O. viene dada por la raíz cuadrada del cuadrado escalar del vector que une los dos puntos representativos. Se calcula como sigue:

$$\Delta_{jk} = \sqrt{\sum (X_{ij} - X_{ik})^2}$$

Este número representa la analogía global apreciada de 0 a 1, entre ambas poblaciones, lo que equivale a comparar las U.T.O. no carácter por carácter, sino n caracteres con n caracteres. Las comparaciones entre las U.T.O. se efectúan dos a dos, sucesivamente.

Los caracteres utilizados son cuantitativos y se

han codificado directamente (datos brutos). El total de poblaciones comparadas es de treinta y ocho, pertenecientes a los diferentes táxones re conocidos por otros autores en la Península, lo que significa que para cada uno de ellos hemos estudiado más de una población.

La agrupación de las U.T.O. a partir de los resul tados obtenidos, se ha realizado mediante un feno grama o dendograma de jerarquía taxonómica. El dendograma ha sido construido según un criterio de unión simple (cluster by amalgamation of the given order). Según este criterio, las U.T.O. son agrupadas progresivamente en subgrupos en función del valor de la distancia euclídea.

- 2º El cálculo de las distancias taxonómicas entre las diferentes U.T.O. se ha realizado mediante la aplicación del índice de distancia de SOKAL & SNEATH (Dss). Su fórmula es:

$$D_{ss} = 1 - \frac{a}{a + 2u}$$

a = número de concordancias positivas

u = número de discordancias

Este índice es aplicable a caracteres codificados en un sistema binario presencia - ausencia. En nuestro caso lo hemos calculado para el total de treinta y ocho poblaciones estudiadas y para el conjunto de caracteres cuantitativos y cualitati vos especificados en el punto 2.5 de este capítu lo.

Los valores que toma este índice están comprendidos entre 0 (para las U.T.O. que son idénticas) y 1 (U.T.O. sin ningún carácter común). Expresa el grado de semejanza existente entre las U.T.O. comparadas, tomadas de dos en dos.

Los resultados obtenidos han sido representados gráficamente por medio de una matriz de sombreado diferencial (triángulos de similitud), que se obtienen aplicando un sombreado más denso a los índices de distancia más próximos a cero.

3. RESULTADOS

3.1. DESCRIPCION MORFOLOGICA DEL POLEN DE LOS DISTINTOS TAXONES

3.1.1. ANGELICA SYLVESTRIS L.

OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO OPTICO (M.O.).-

Simetría y forma: Polen isopolar. Simetría de orden 3. El conjunto de 20 poblaciones polínicas estudiadas para dicha especie, presenta diferencias en la forma del contorno interno de la endexina. Tres presentan pólenes que van del tipo subrectangular (Lam. 10, fotos 1 y 2) al tipo estrechado en el ecuador a través de las formas intermedias ROL-REL, es decir, osiforme ligero y ligeramente estrechados en el ecuador; tres más presentan simultáneamente pólenes subrectangulares osiformes (Lam. 10, fotos 3, 4, 5 y 11) y pólenes estrechados en el ecuador (Lam. 10, fotos 6, 7, 8, 12 y 13); ocho presentan exclusivamente polen de tipo subrectangular osiforme y las siete restantes polen estrechado en el ecuador.

En c.o.m. de frente es redondeado en los polos y lobado en la zona interapertural.

Vista polar trilobulada de ángulo obtuso (Lam. 11, fotos 1, 2, 3 y 4).

Dimensiones: Los resultados obtenidos para las dimensiones del polen se expresan siempre en micras (μ m) y son los siguientes:

- Los valores de P presentan un máximo y un mínimo de 42 y 27 respectivamente, lo que representa una amplitud de variación de 17, que es bastante grande. Esta amplitud de variación se refleja también en los valores medios para cada población que van de 31.64 - 38.84.
- Los valores obtenidos para E están comprendidos entre 12 y 18. Sus medias varían de 13.89 a 16.36.
- La razón P/E toma valores comprendidos entre 1.98 y 2.48. El valor de $P/E = 1.98 < 2$ corresponde a la población AS27 por lo que su polen debe ser considerado pro lato.
- El resto de poblaciones con valores de P/E mayores que 2 presentan polen perprolato.
- Los valores medios para la longitud de la ectoapertura van de 16.16 a 26.93. Las medidas de la endoapertura presentan los siguientes valores medios: longitud de 4.5 a 7.5; altura máxima de 2.4 - 4.0 y altura mínima de 1.7 - 3.0.

Aperturas

- Ectoapertura: siete poblaciones presentan la ectoapertura larga o subterminal ($ECA > 3/5 P$) y el resto ectoapertura media.
- Endoapertura: en el conjunto de poblaciones estudiadas encontramos diferencias respecto a su forma. Catorce poblaciones presentan endoapertura constreñida en la zona intermedia apertural (Lam. 10, fot. 1 y 3), y el resto la presenta oval (Lam. 10, fot. 6).

En c.o.m. de perfil es saliente en AS04, AS09, AS18 y AS22; entrante en AV09, AS16, AS19, AS26 y AS28; recta en el resto.

Exina: Su grosor está comprendido entre 1.5 y 3.0. El mayor espesor corresponde a la zona ecuatorial (Lam. 10, fotos 9, 10, 14, 15 y 16) y el menor a la zona subpolar. El grosor de la exina en la zona polar es sólo ligeramente mayor al de la zona subpolar. El engrosamiento de la exina que se produce en la zona subpolar es generalmente progresivo, pero en AS04, AS14 y AS17 este engrosamiento es brutal (Lam. 10, fotos 3 y 4).

Téctum: En apariencia continuo y grueso, presenta una superficie externa bastante irregular en la zona ecuatorial (Lam. 10, fotos 3 y 4).

Báculos: Cortos y claramente separados, parecen aumentar ligeramente su altura en la zona interapertural, lo que se aprecia en c.o.m. de perfil. En el c.o.m. de la vista polar, también puede observarse el mayor tamaño de los báculos en la zona interapertural (Lam. 11, foto 2).

Endexina: Aproximadamente del mismo grosor que la exina en c.o.m. de frente. El contorno interno en c.o.m. de perfil puede ser recto, plano o intermedio, dependiendo de la forma general del contorno interno de la endexina.

Granos anormales:

- Granos con simetría de orden 2, que podrían corresponder a dos granos unidos por sus zonas aperturales (Lam. 11, fotos 12, 13, 14 y 15), se han encontrado en las muestras correspondientes a AV10, AV11, AV09, AS19, AS27. La proporción varía de unas poblaciones a otras, superando el 20% en algunos casos.
Las diferencias encontradas se refieren exclusivamente al tamaño y a la asimetría de algunos pólenes que tienen una de las dos mitades menor que la otra.
- Pólenes con simetría de orden 3, de tipo subrectangular osiforme muy ensanchados en el ecuador (Lam. 11, fotos 5 y 6), con una morfología distinta a la de los granos normales.
- Pólenes de tipo oval, isopolares, tamaño mucho menor que el de los granos normales (Lam. 11, fotos 8 y 9).
- Pólenes isopolares, con simetría de orden 3, de tipo oval, con tendencia a subromboidal (Lam. 11, fotos 10 y 11) y tamaño normal.
- Formas totalmente anómalas, que bien pudieran corresponder a una tétrade con los cuatro granos que la integran unidos (Lam. 11, fotos 16, 17 y 18).

OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO
(M.E.B.).-

Téctum: Relieve tectal cerebroide-rugulado, con rúgu

las claras y bien definidas, que dejan entre ellas numerosas y pequeñas perforaciones, en ocasiones con tendencia a fósulas (Lam. 12, fotos 3 y 4; Lam. 13, fotos 4 y 5). En la zona apertural es rugulado, con rúgulas de menor tamaño y desaparecen casi completamente los poros (Lam. 12, foto 4).

Báculos: Simples, cortos y gruesos, claramente separados (Lam. 12, foto 6).

Base: No diferenciada (Lam. 12, foto 6).

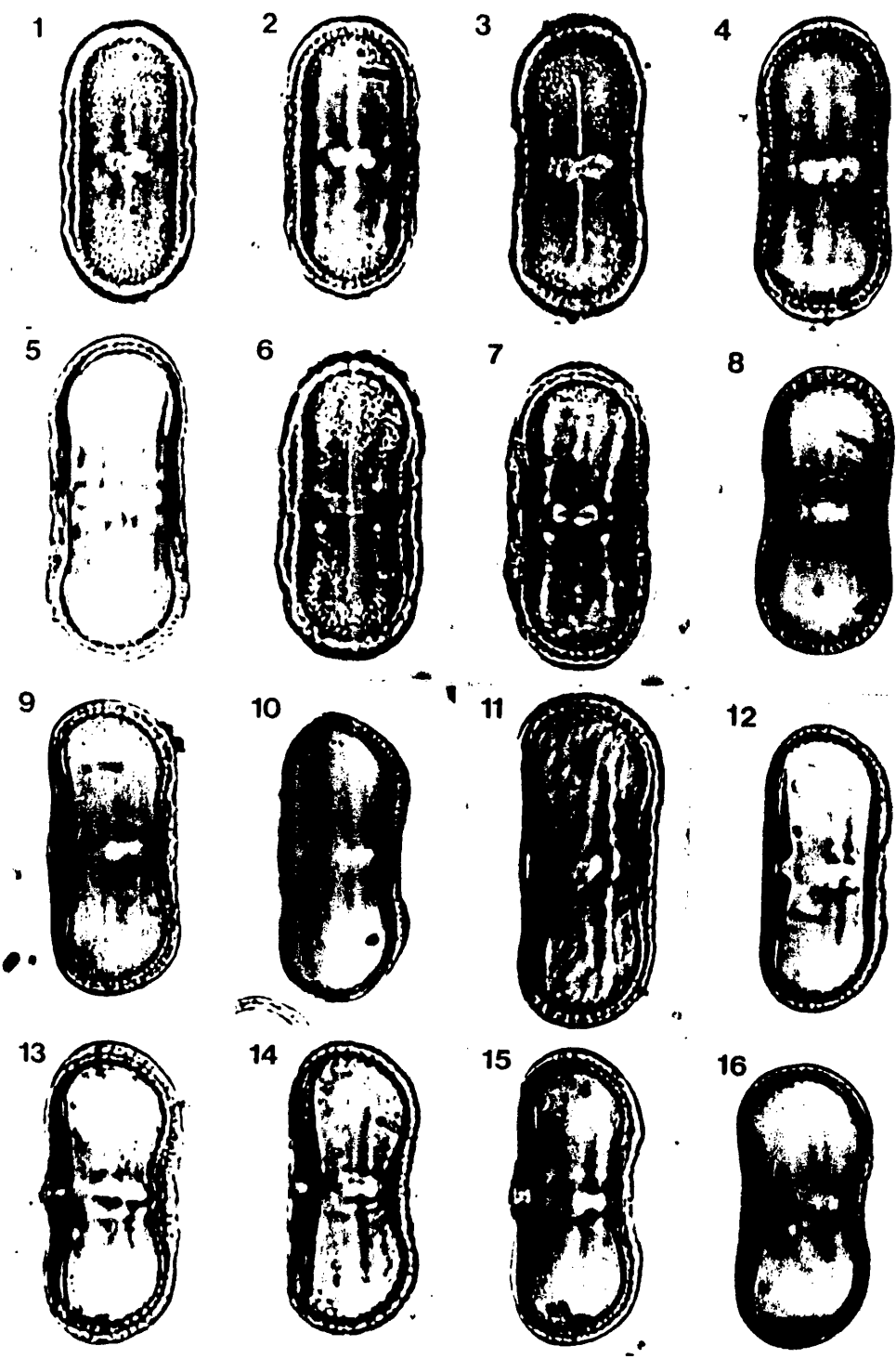
Endexina: No muy gruesa, su espesor es menor o igual que la altura de los báculos (Lam. 12, foto 6).

Granos anormales: Las anomalías observadas al M. E.B. afectan únicamente a la forma del grano de polen (Lam. 13, foto 3), mostrando un relieve tectal idéntico al de las formas normales.

L A M I N A 10

MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DEL POLEN DE ANGELICA SYLVESTRIS
L. (X 1.500)

- 1 y 2. Polen subrectangular; 1. vista superficial; 2. c.o.m. de frente.
- 3 y 4. Polen subrectangular, ligeramente osiforme; 3. vista superficial con la apertura de frente; 4. c.o.m. de frente.
5. Polen subrectangular osiforme en c.o.m. de frente.
- 6 y 7. Polen estrechado en el ecuador; 6. vista superficial con la apertura de frente; 7. c.o.m. de frente.
8. Polen estrechado en el ecuador en c.o.m. de frente.
- 9 y 10. Polen subrectangular, ligeramente osiforme, en c.o.m. de perfil; 10. muestra un claro engrosamiento de la exina en la zona subpolar.
11. Polen subrectangular, ligeramente osiforme, en c.o.m. de perfil.
12. Polen subrectangular en c.o.m. de perfil.
- 13 y 16. Polen estrechado en el ecuador en c.o.m. de perfil.



Angelica sylvestris L.

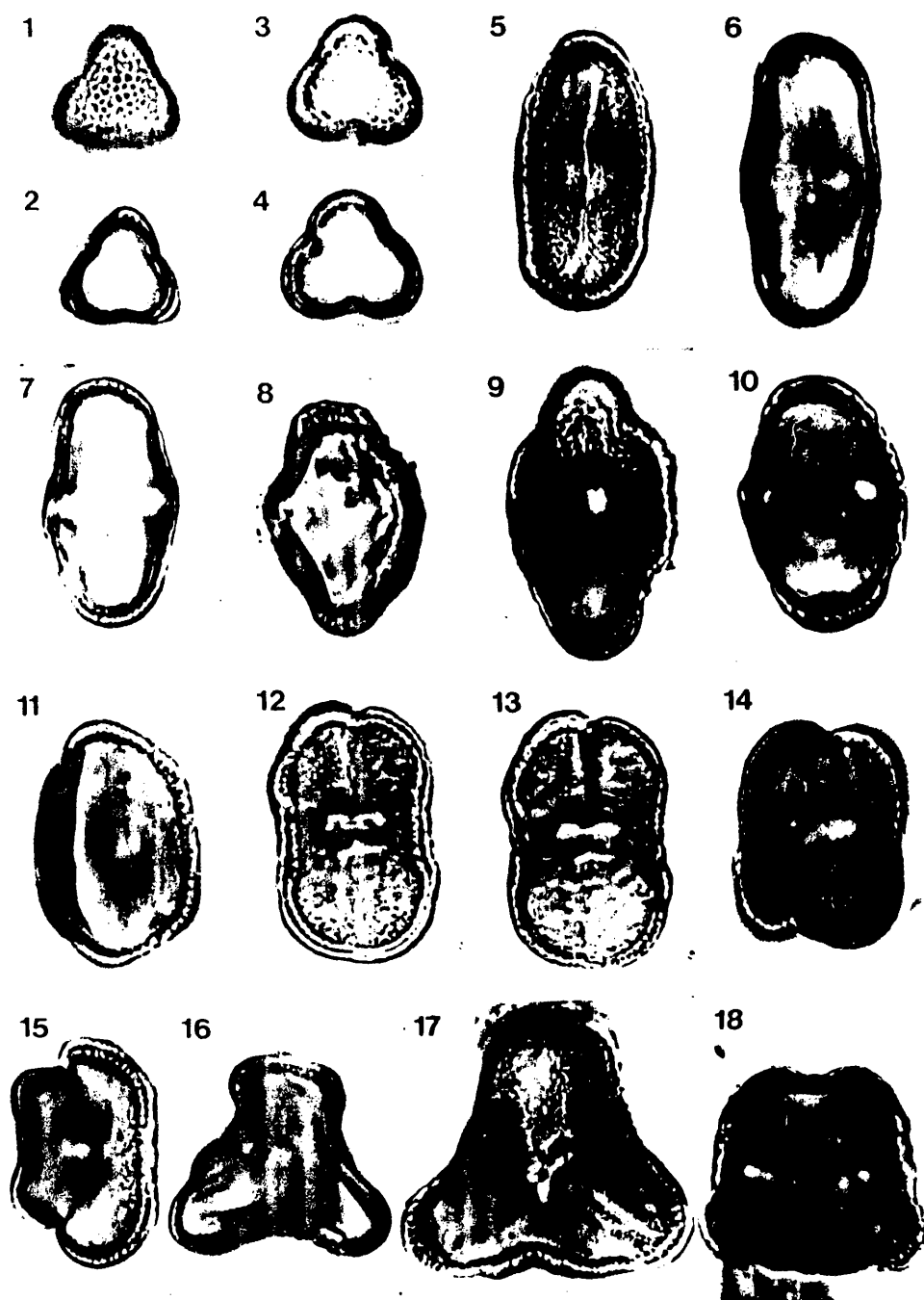
125

L A M I N A 11

MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DEL POLEN DE ANGELICA SYLVESTRIS
L. (X 1.500)

1. 2. Microfotografías en vista polar; 1. superficialmente;
2. en c.o.m.
3. 4. Microfotografías en vista polar; 3. superficialmente;
4. en c.o.m.
5. 6. Polen subrectangular osiforme, ensanchado en el ecua
dor; 5. vista superficial con la apertura de frente;
6. c.o.m. de perfil.
7. Polen con tendencia a subromboidal, en c.o.m. de frente.
8. 9. Polen anormal de pequeño tamaño fuertemente deformado.
- 10.11. Polen oval; 10. vista superficial con la apertura de
frente; 11. c.o.m. de perfil.
- 12-15. Pólenes anormales, con simetría de orden 2.
- 16.17.
y 18. Microfotografías de formas anómalas, correspondientes
a tétrades en c.o.m.

12

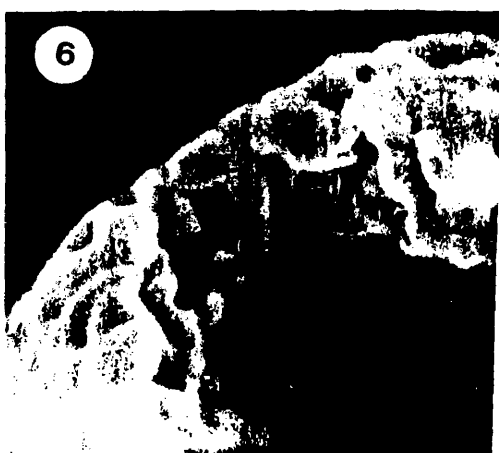
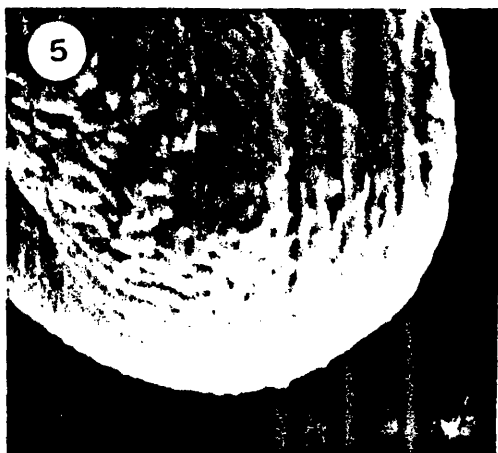
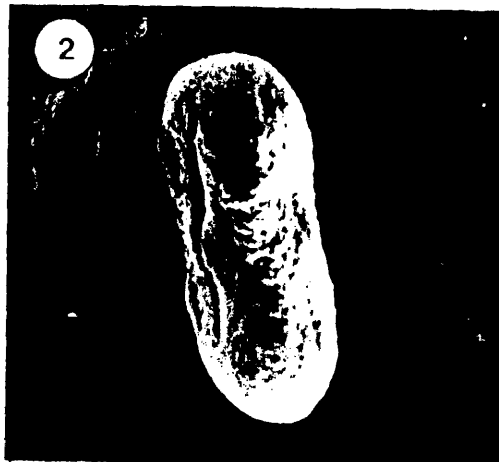
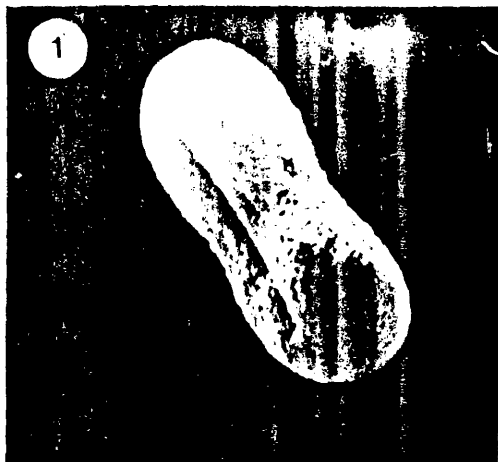


Angelica sylvestris L.

L A M I N A 12

MICROFOTOGRAFIAS ELECTRONICAS DEL POLEN DE ANGELICA
SYLVESTRIS L.

1. Vista general de un grano de polen procedente de AV12 (X 2.000).
2. Vista general de un grano de polen procedente de AS13 (X 2.000).
3. Microfotografía del relieve suprategal en la zona interapertural. Polen procedente de AV12 (X 7.000).
4. Microfotografía del relieve suprategal en la zona apertural y en las proximidades de la endoapertura. Polen procedente de AS13 (X 7.000).
5. Microfotografía del relieve suprategal en la zona polar. Polen procedente de AV12 (X 7.000).
6. Microfotografía que muestra la sección de la exina. Polen procedente de AS13 (X 15.000).

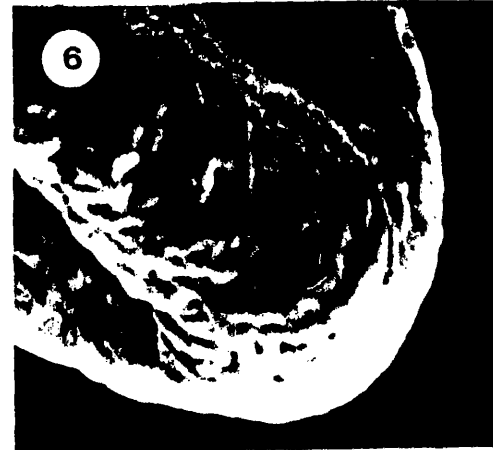
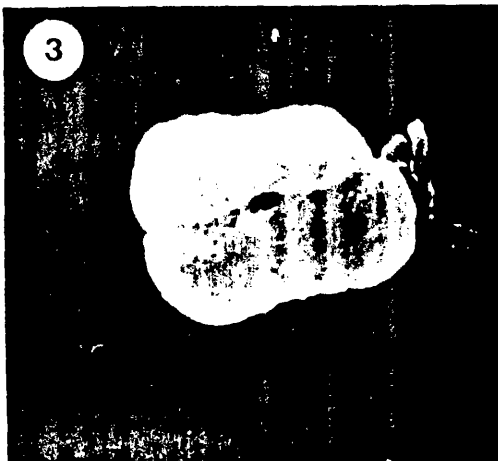
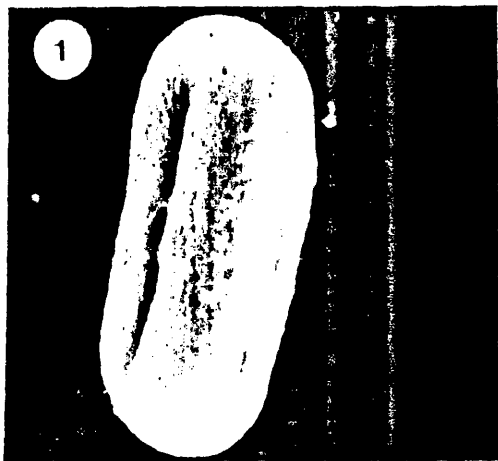


Angelica sylvestris L.

L A M I N A 13

MICROFOTOGRAFÍAS ELECTRONICAS DEL POLEN DE ANGELICA
SYLVESTRIS L.

1. Vista general de un grano de polen procedente de AV01 (X 2.000).
2. Vista general de un grano de polen procedente de AV09 (X 2.000).
3. Vista general de un grano de polen anormal, mostrando la diferencia de tamaño que existe entre sus dos mitades. Polen procedente de AV09 (X 2.000).
4. Microfotografía del relieve tectal en la zona interapertural. Polen procedente de AV09 (X 7.000).
5. Microfotografía del relieve supratectal en la zona interapertural Polen procedente de AV01 (X 7.000).
6. Microfotografía del relieve supratectal en la zona polar. Polen procedente de AV09 (X 7.000).



Angelica sylvestris L.

3.1.2. ANGELICA RAZULII Gouan

OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO OPTICO (M.O.).-

Simetría y forma: Polen isopolar. Simetría de orden 3. Tipo subrectangular osiforme y estrechado en el ecuador. En las muestras ARO2 y ARO3 encontramos pólenes que muestran toda la serie de tendencias, desde subrectangular ligeramente osiforme a claramente osiforme (Lam. 14, fot. 4, 5, 6 y 7) y ligeramente estrechado en el ecuador a claramente estrechado en el ecuador (Lam. 14, fot. 1, 2, 3, 8, 8, 10, 11, 12 y 13). La muestra AR10 solo presenta pólenes estrechados en el ecuador y la muestra ARO4 claramente osiformes.

En c.o.m. de frente es redondeado en los polos y lobado en la zona interapertural.

Vista polar trilobulada, de ángulo obtuso (Lam. 14, fot. 14 y 15).

Dimensiones: Los resultados obtenidos para el total de cuatro muestras estudiadas son:

- Los valores de P están comprendidos entre 31 y 38 y sus medidas entre 31.86 y 35.43, lo que representa una variación máxima de 7 en la longitud de todos los granos medidos, que no debe ser considerada como muy grande.
- Las medias de E varían entre 14 y 14.81 y los valo

res máximo y mínimo están comprendidos entre 16 y 13. La variación en cuanto a este parámetro es por tanto muy pequeña.

- La razón P/E varía entre 2.23 y 2.37, son por tanto claramente perprolotos.
- La longitud media de la ectoapertura varía entre 23.24 y 27.84. En cuanto a la endoapertura, las medidas de su longitud varían entre 5.30 - 5.90 y las de la altura presentan el máximo y el mínimo comprendidos respectivamente entre 2.80 - 3.06 y 1.82 - 2.55. Dichas variaciones de tamaño deben ser consideradas muy pequeñas.

Aperturas: Polen tricolporado.

- Ectoapertura: larga o subterminal (Lam. 14, fot. 1, 4 y 6).
- Endoapertura: oval en ARO2, ARO3 y AR10 (Lam. 14, fot. 1, 4 y 6) y constreñida en la zona intermedia apertural en AR11.
Claramente entrante en c o.m. de perfil (Lam. 14, fot. 9, 10, 11, 12 y 13).

Exina: Su grosor está comprendido entre 1.20 y 3.00. Es claramente más gruesa en la zona ecuatorial, siendo el menor espesor el que corresponde a la zona subpolar (Lam. 14, fot. 10 y 11). El contorno externo es liso en los polos e irregular en el ecuador (Lam. 14, fot. 8). El engrosamiento claramente apreciable en la

zona subpolar en c.o.m., es progresivo (Lam. 14, fot. 12 y 13) o ligeramente brusco (Lam. 14, fot. 10 y 11).

Téctum: De apariencia continuo y grueso, presenta una superficie más irregular en la zona ecuatorial, en c.o.m.

Báculos: Rectos y separados, presentan un aumento de altura en c.o.m. en la zona ecuatorial. En vista polar solo presentan un ligero aumento en la zona interapertural.

Endexina: De espesor uniforme, menor que la ectexina. El contorno interno en c.o.m. es redondeado o intermedio.

Granos anormales: Unicamente hemos observado la presencia de granos anormales en la muestra ARO2. Estos granos anormales presentan simetría de orden 2 (Lam. 14, fot. 16 y 17), y como ya hemos dicho anteriormente, se piensa que puedan corresponder a dos granos unidos por sus aperturas y no separados de la tétrede. Su proporción no es superior al 30%.

OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO (M.E.B.).-

Téctum: Se trata de granos de polen tectados, imperfo

rados o con escasos o pequeñísimos poros, con un relieve tectal cerebroide en la zona interapertural, llegando a ser cerebroide-rugulado en las zonas adyacentes a la apertura (Lam. 15, fot. 3 y 4). No son apreciables grandes diferencias en el relieve en la zona polar (Lam. 15, fot. 5).

Báculos: Simples, cortos, delgados y muy separados en la zona interapertural (Lam. 15, fot. 6).

Base: No diferenciada (Lam. 15, fot. 6).

Endexina: Su espesor es menor que la altura de los báculos (Lam. 15, fot. 6).

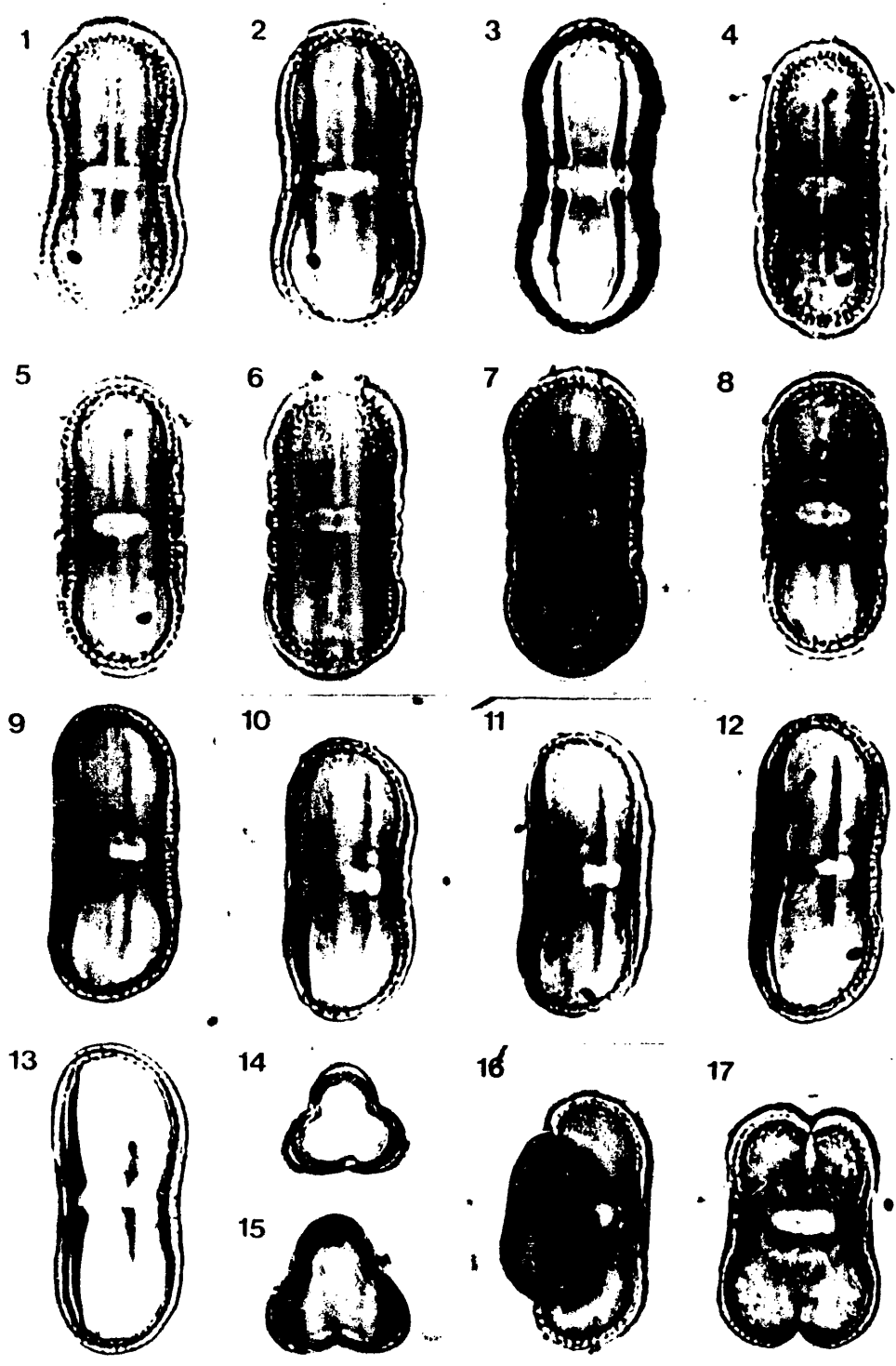
Granos anormales: Únicamente hemos observado granos con simetría de orden 2, que corresponden a los observados al M.O. en la muestra ARO2. El tectum presenta un relieve idéntico al de los granos normales.

L A M I N A 14

MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DEL POLEN DE ANGELICA RAZULII
GOUAN (X 1.500).

1. 2. 3. Polen subrectangular, estrechado en el ecuador; 1. en vista superficial con la apertura de frente; 2. en c.o.m. de frente; 3. vista superficial de frente de la zona interapertural.
4. 5. Polen subrectangular, ligeramente osiforme; 4. vista superficial; 5. en c.o.m. de frente.
6. 7. Polen subrectangular, claramente osiforme, visto de frente, en 6. superficialmente y en 7. en c.o.m.
8. Polen subrectangular estrechado en el ecuador, en c.o.m. de frente.
- 9.10.11. Polen subrectangular, estrechado en el ecuador en 12. y 13. c.o.m. de perfil. Endoapertura entrante.
14. y 15. Vistas polares del grano de polen en c.o.m.
16. Polen anormal, mostrando una clara asimetría.
17. Polen anormal, con simetría de orden 2, en c.o.m. de frente.

/ / / / / / / / / / /

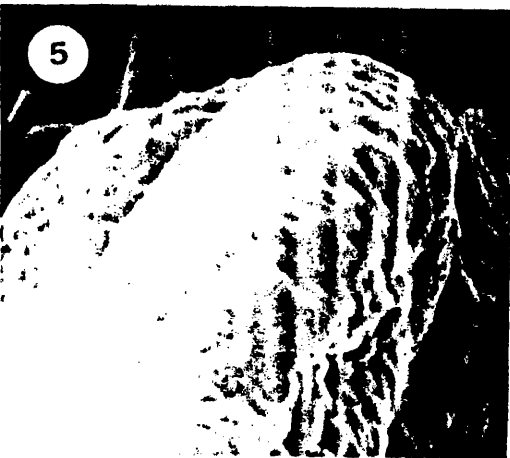
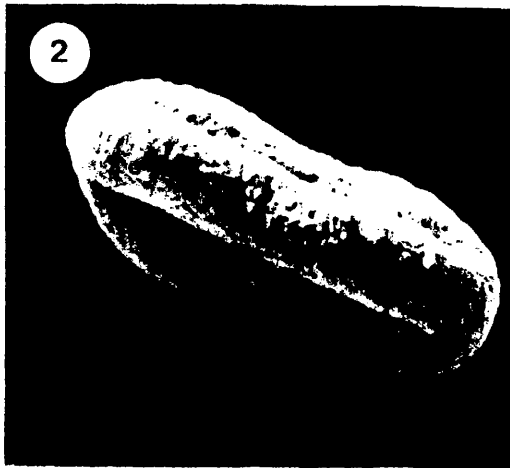
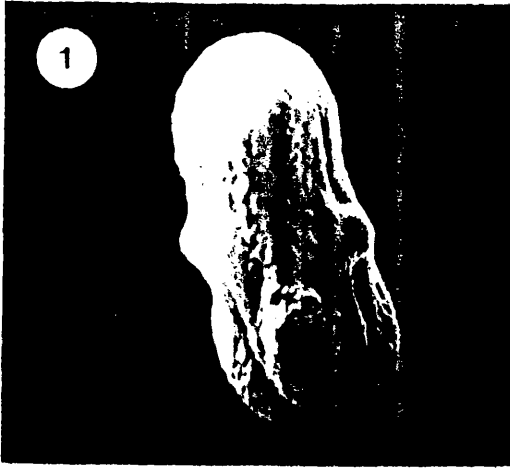


Angelica razulii Gouan

L A M I N A 15

MICROFOTOGRAFIAS ELECTRONICAS DEL POLEN DE ANGELICA
RAZULII GOUAN.

1. Vista general de un grano de polen procedente de MA 88329 (X 2.000).
2. Vista general de un grano de polen procedente de AR10 (X2.000).
3. Relieve en la zona interapertural, polen procedente de AR10 (X 2.000).
4. Relieve en las proximidades de la endoapertura, polen procedente de MA 88329 (X 7.000).
5. Relieve en las proximidades de los polos, polen procedente de MA 88329 (X 7.000).
6. Superficie de rotura del grano de polen, mostrando la forma y disposición de las columnillas, polen procedente de AR10 (X 5.000).



Angelica razulii Gouan

3.1.3. ANGELICA MAJOR Laq.

OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO OPTICO (M.O.).-

Simetría y forma: Polen isopolar. Simetría de orden 3. Las diez poblaciones polínicas estudiadas presentan granos de polen subrectangulares estrechados en el ecuador (Lam. 16, fot. 8, 11, 12, 13, 14 y 15), y ocho de ellas presentan además granos de polen subrectangulares osiformes (Lam. 16, fot. 6, 7, 9, 10 y 16). Redondeado en los polos, lobado en la zona interapertural y vista polar de ángulo obtuso (Lam. 17, fot. 8, 9, 10 y 11).

Dimensiones: Para el total de diez poblaciones polínicas hemos obtenido los siguientes resultados numéricos:

- Los valores de P están comprendidos entre 26 y 35, teniendo por tanto una amplitud de variación de 10. Las medias calculadas para P varían de 28.95 a 32.82.
- Los valores de E están comprendidos entre 12 y 16, siendo la amplitud de variación 5. Los valores medios van desde 13.24 a 15.03. Dicha variación entre las distintas poblaciones debe ser considerada pequeña.
- Los valores que toma la razón P/E varían de 1.95 a 2.37. Se trata de granos perprolotos, excepto en el caso de AL10 que serían prolotos $P/E = 1.95$.

- La longitud media de la ectoapertura varía de 16.44 a 20.81. La endoapertura tiene una longitud de 4.3-6.0 y una altura máxima y mínima respectivamente de 3.0 y 2.0-2.5.

Aperturas:

- Ectoapertura larga o subterminal en AM05 y media en el resto (Lam. 16, fot. 1, 3, 6, 9 y 11).
- Endoapertura constreñida en la zona intermedia (Lam. 16, fot. 1, 3 y 6), excepto en la población AM03 que es oval. Recta en c.o.m. de perfil (Lam. 16, fot. 3, 6, 9 y 11).

Exina: Su grosor está comprendido entre 1.5 y 3, siendo variable el espesor que presenta en todo el contorno del polen. La zona más gruesa es la ecuatorial y la más delgada la subpolar (Lam. 17, fot. 13, 14, 15 y 16). El engrosamiento en la zona subpolar es progresivo y en algunos casos brutal (Lam. 17, fot. 7).

Téctum: En apariencia continuo y grueso, presentando una superficie bastante irregular en la zona ecuatorial.

Báculos: Cortos y claramente separados, aumentando su altura en la zona ecuatorial, en c.o.m. También puede apreciarse este aumento en el c.o.m. de la vista polar (Lam. 17, fot. 9 y 11).

Endexina: Aproximadamente del mismo grosor que la ectexina en c.o.m. de frente. El contorno interno en c.o.m. de perfil es redondeado o intermedio.

Granos anormales: Hemos encontrado granos anormales en las siguientes poblaciones: AL01, AL15 y AM01, que describiremos para cada una de ellas por tratarse de anomalías diferentes en cada caso:

- En AL01 hemos encontrado en pequeña proporción, no superior al 10%, granos de polen con simetría de orden 3, subrectangulares muy estrechados en el ecuador y con el diámetro ecuatorial E mucho más ancho que en los considerados granos normales (Lam. 17, fot. 18).
- En la muestra correspondiente a AL15, pudimos observar la presencia, en proporción bastante alta, aproximadamente del 30%, de granos de polen isopolares, con simetría de orden 3, subrectangulares con una clara tendencia a oval y con las dimensiones del eje polar claramente menores que la de los granos normales (Lam. 17, fot. 12, 13, 14 y 15).
- En la muestra AM01 encontramos en proporción reducida, aproximadamente del 10%, granos de polen con simetría de orden 3, que presentan un brusco ensanchamiento exactamente en la zona correspondiente a los extremos de la ectoapertura (Lam. 17, fot. 17).

Téctum: Granos de polen tectados, perforados. Relieve tectal cerebroide-rugulado, con rúgulas claras y bien definidas, que en ocasiones dejan pequeños poros entre ellas, (Lam. 18, fot. 3, 4, 5 y 6; Lam. 19, fot. 4 y 5), de forma alargada, por tanto con tendencia a fósulas. Las rúgulas son un poco más largas en la zona polar (Lam. 18, fot. 3).

Báculos: Simples, cortos, en la zona apertural y de mayor altura en la zona interapertural (Lam. 19, fot. 7 y 9), muy separados.

Base: No diferenciada, (Lam. 19, fot. 6, 7, 8 y 9).

Endexina: Gruesa, su espesor es siempre mayor que el de las columnillas más altas (Lam. 19, fot. 7 y 9).

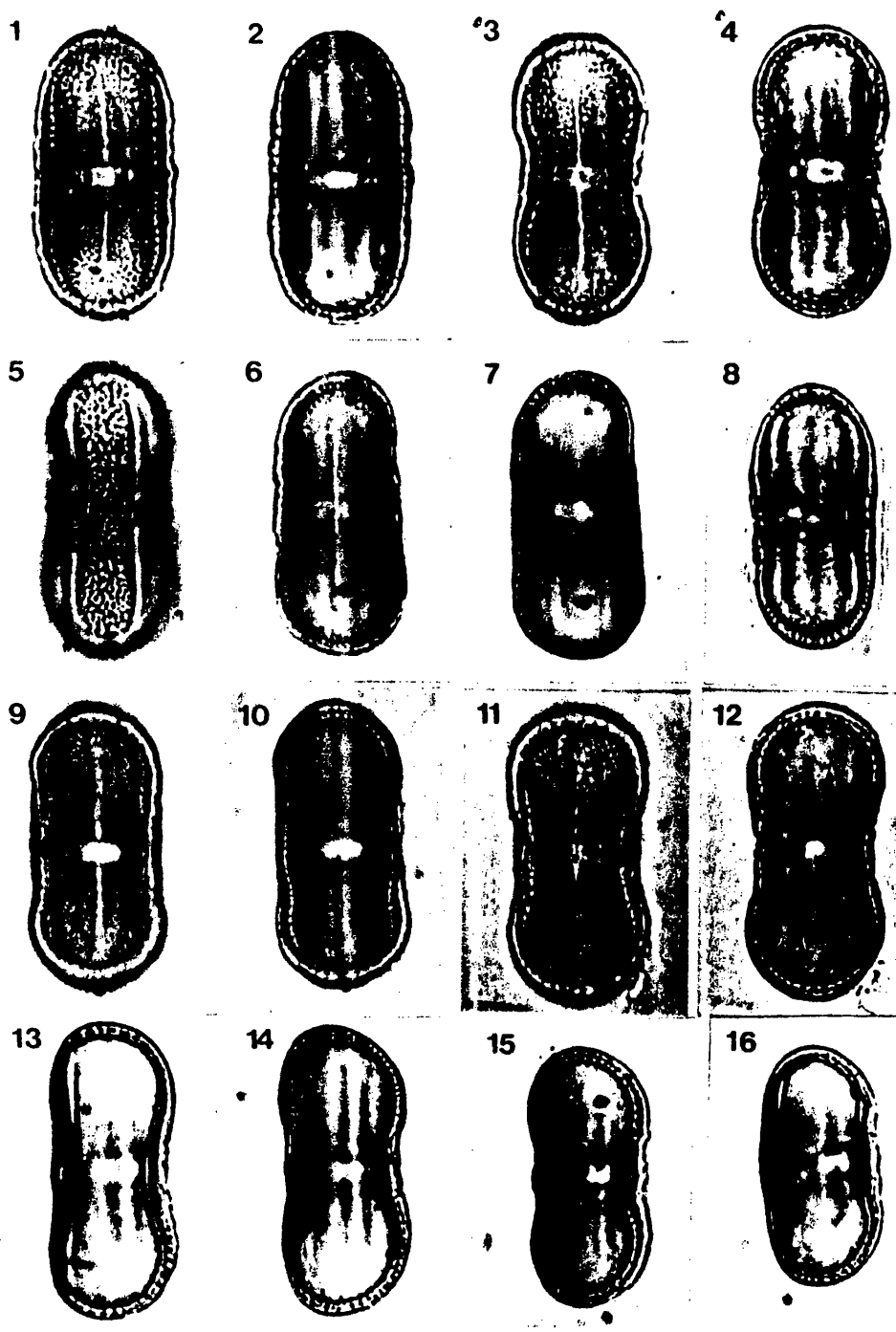
Granos anormales: Las anomalías observadas al microscopio electrónico de barrido (M.E.B.), afectan únicamente a la forma del grano de polen, mostrando un relieve tectal idéntico al de las formas normales.

L A M I N A 16

MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DE POLEN DE ANGELICA MAJOR LAG.
(X 1.500)

- 1.y 2. Polen de tipo subrectangular; 1. en vista superfi
cial con la apertura de frente; 2. en c.o.m. de
frente.
- 3.,4.y 5. Polen subrectangular estrechado en el ecuador; 3.
vista superficial con la apertura de frente; 4. en
c.o.m. de frente; 5. vista superficial de frente
de la zona interapertural.
- 6.y 7. Polen subrectangular, con ligera tendencia a osifor
me; 6. en vista superficial con la apertura de fren
te; en c.o.m. de frente.
8. Polen muy estrechado en el ecuador, en c.o.m. de
frente.
9. y 10. Polen subrectangular osiforme; 9. en vista superfi
cial con la apertura de frente; 10. en c.o.m. de
frente.
11. y 12. Polen estrechado en el ecuador; 11. en vista super
ficial; 12. en c.o.m. de frente.
13. Polen ligeramente estrechado en el ecuador en c.o.m.
de perfil.
14. y 15. Polen estrechado en el ecuador, en c.o.m. de perfil.
16. Polen subrectangular ligeramente osiforme, en c.o.m.
de perfil.

142



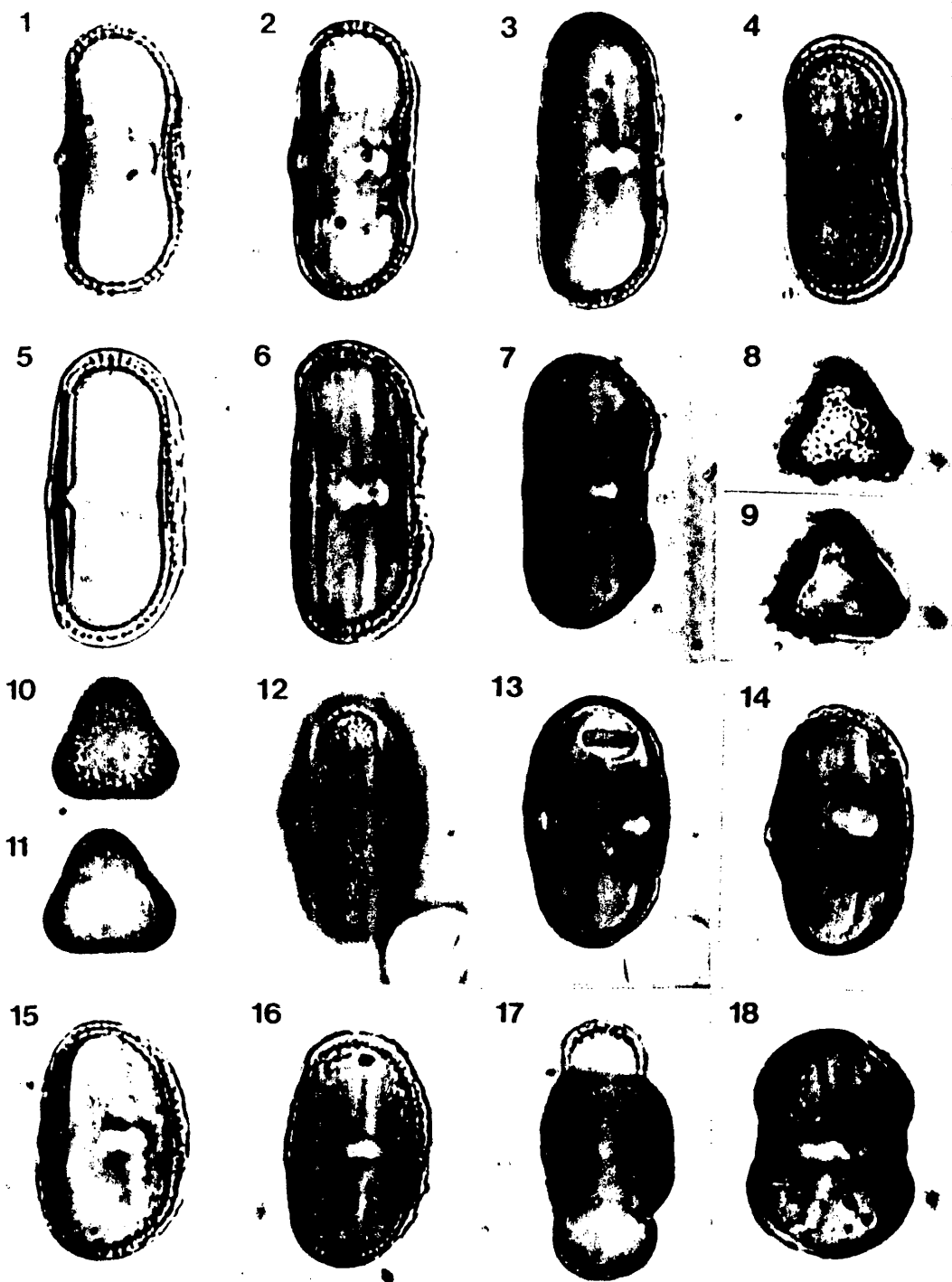
Angelica major Lag.

L A M I N A 17

MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DEL POLEN DE ANGELICA MAJOR LAG.
(X 1.500)

1. Polen estrechado en el ecuador en c.o.m. de perfil.
2. Polen subrectangular osiforme en c.o.m. de perfil.
3. Polen subrectangular en c.o.m. de perfil.
4. Polen estrechado en el ecuador en c.o.m. de perfil.
5. y 6. Polen subrectangular en c.o.m. de perfil.
7. Polen ligeramente estrechado en el ecuador, mostran
do un brusco engrosamiento de la exina en la zona
subpolar.
8. y 9. Polen en vista polar; 8. vista superficial; 9. en c.o.m.
10. y 11. Polen en vista polar; 10. vista superficial; 11. en c.o.m.
12. y 13. Polen oval considerado anormal; 13. vista superficial
de frente de la zona interapertural; 14. en c.o.m.
14. y 16. Polen oval, en c.o.m. de perfil.
17. Polen anormal, mostrando un ensanchamiento en la zona
ecuatorial, en c.o.m. de frente.
18. Polen anormal, con simetría de orden dos, en c.o.m.
de frente.

144

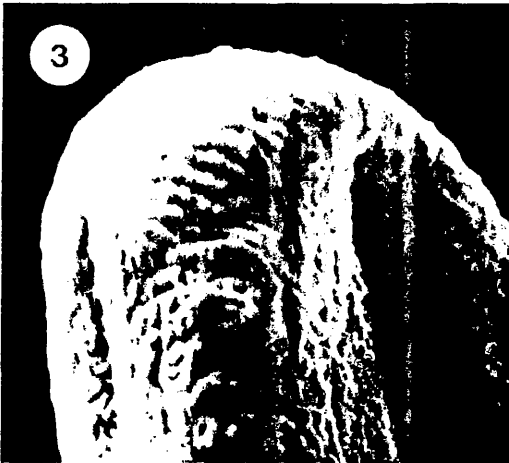
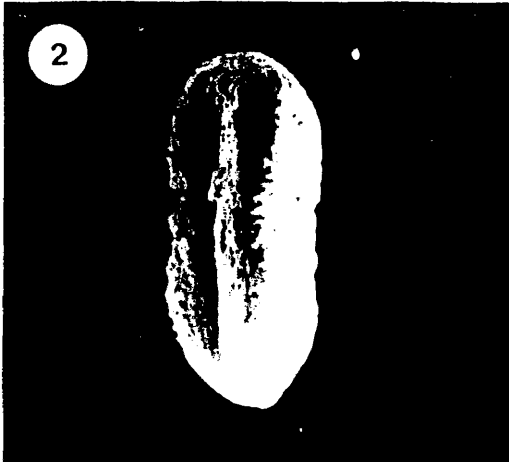
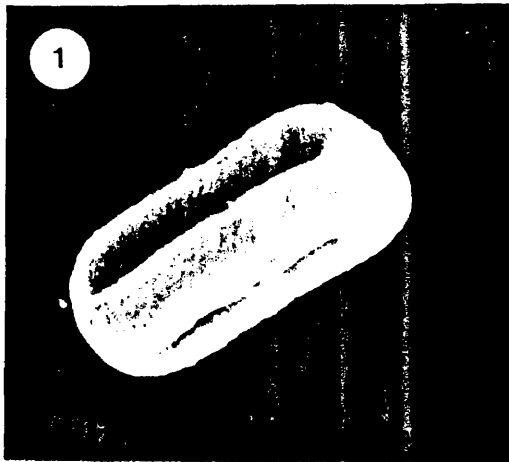


Angelica major Lag

L A M I N A 18MICROFOTOGRAFIAS ELECTRONICAS DEL POLEN DE ANGELICA MAJOR LAG.

1. Vista general de un grano de polen procedente de AL17 (X 2.000).
2. Vista general de un grano de polen procedente de AL18 (X 2.000).
3. Relieve supratectal en la zona polar. Polen procedente de AL17 (X 7.000).
4. Microfotografía del relieve supratectal en la zona ecuato
rial del grano. Polen procedente de AL18 (X 8.000).
5. Relieve supratectal en la zona interapertural del grano de polen. Polen procedente de AL17 (X 7.000).
6. Microfotografía del relieve supratectal en la zona intera
pertural. Polen procedente de AL18 (X 10.000).

146

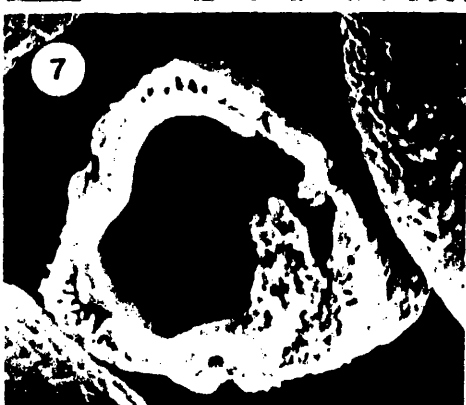


Angelica major, Lag.

L A M I N A 19

MICROFOTOGRAFIAS ELECTRONICAS DEL GRANO DE POLEN DE
ANGELICA MAJOR LAG.

1. Vista general de un grano de polen, procedente de AM01 (X 2.000).
- 2.3. Vista general de granos de polen , procedentes de AM05 (X 2.000).
4. Relieve supratectal en la zona interapertural de un grano de polen procedente de AM05 (X 10.000).
5. Microfotografía procedente de AM05 que muestra la endo , apertura y el relieve del téctum en la zona apertural (X 7.000).
6. Microfotografía de un grano de polen roto, que muestra claramente la forma de la sección y el contorno de la endoapertura, procedente de AM01 (X 2.000).
7. Microfotografía de la sección de la exina del grano de polen, mostrando el aumento de altura de las columnillas en la zona interapertural. Polen procedente de AM01 (X 4.000).
8. Microfotografía de la sección transversal de la exina. Columnillas simples y muy separadas. Polen procedente de AM01 (X 7.000).
9. Sección transversal de la exina en la zona interapertural del polen. Polen procedente de AM01 (X 10.000).



3.1.4. ANGELICA PACHYCARPA Lge.

OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO OPTICO (M.O.).-

Simetría y forma: Polen isopolar. Simetría de orden 3. Tipo subrectangular osiforme. En las muestras - APO5 y APO9 ligeramente osiforme (Lam. 20, fot. 1 y 2) y claramente osiforme en APO2 y APO3 (Lam. 20, fot. 3, 4, 5, 6 y 7). En c.o.m. de frente, ligeramente puntiagudo en los polos y lobado en la zona interapertural, de ángulo obtuso en vista polar (Lam. 20, fot. 9 y 10).

Dimensiones: Los resultados de las medidas realizadas para cada muestra se han reunido en la tabla 2. Para el total de cuatro poblaciones, hemos observado:

- Los valores de P varían entre 27 y 39 y sus medias entre 30.70 y 36.84, lo que representa una notable variación entre unas poblaciones y otras respecto a la longitud del grano de polen.
- Las medias de los valores de E oscilan entre 14.99 y 14.44, lo que representa una variación mucho menor respecto a la anchura del diámetro ecuatorial. Los valores máximo y mínimo son 17 y 12 respectivamente.
- La razón P/E varía entre 2.16 y 2.46, son por tanto granos de polen perprolatos.

- La longitud media de la ectoapertura varía entre 22.44 y 25.19. En cuanto a la endoapertura sus medidas presentan pocas variaciones, la longitud máxima oscila entre 6.17 y 4.95 y las alturas máxima y mínima entre 4-3 y 2-1.5 respectivamente.

Aperturas: Tricolporado .

- Ectoapertura: larga o subterminal en APO2, APO3 y APO5 (Lam. 20, fot. 3 y media en APO9 (Lam. 20, fot. 1).
- Endoapertura: constreñida en la zona intermedia apertural (Lam. 20, fot. 1, 2 y 3). Ligeramente saliente en c.o.m. de perfil (Lam. 20, fot. 7).

Exina: Su grosor está comprendido entre 3.00 y 1.50, presentando ligeras variaciones en el contorno del grano de polen. El mayor espesor corresponde a la zona ecuatorial y el menor a la zona subpolar donde es un poco más estrecha que en los polos. El contorno externo es liso en los polos y un poco irregular en ecuador. Presenta un claro engrosamiento en c.o.m. en la zona subpolar, que en algunos casos llega a ser brusco.

Téctum: De apariencia continua y grueso.

Báculos: Cortos, no se aprecian claramente separados.

Endexina: Aproximadamente del mismo grosor que la ectexina. De contorno interno redondeado en c.o.m. de perfil.

Granos anormales: La presencia de granos anormales ha sido observada en las muestras APO2 y APO9. La anomalía más frecuente en ambas muestras es la presencia de granos de simetría de orden 2, que en una primera aproximación podríamos decir que se trata de dos granos unidos por sus aperturas y no separados de la tétrade (Lam. 20, fot. 12, 13, 14, 15 y 16). En la muestra APO9 la proporción de los mismos no es superior al 10%. Por el contrario, en la muestra APO2 dicha proporción es aproximadamente del 50%.

Las medidas realizadas ponen de manifiesto que son más cortos ($P = 24.2$) y más anchos ($E = 16.7$) que los granos normales. Por otra parte, debemos hacer notar que algunos de ellos son asimétricos, pues una mitad del grano es más pequeña que la otra.

Refiriéndonos exclusivamente a APO2, hemos observado además:

- Pólenes con simetría de orden 3, pero fuertemente deformados en la zona ecuatorial (Lam. 20, fot. 8) y con las dimensiones de P y E mayores que en los granos normales. Su proporción es muy escasa, no superior al 5%.
- Formas totalmente anómalas, que pudieran corresponder a la vista polar de una tétrade, en la cual por

causas no determinadas, los cuatro granos que la forman no se han separado en la meiosis (Lam. 20, fot. 11)

La proporción observada en la muestra es muy pequeña.

En todos los casos observados de anormalidad, la estructura que muestra la exina es semejante a la de los granos normales.

OBSERVACIONES AL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO (M.E.B.).-

Téctum: Estructura téctal cerebroide en la zona interapertural, llegando a ser cerebroide-rugulado en las zonas adyacentes a la apertura (Lam. 21, fot. 5 y 6), manteniéndose sin cambios en la zona polar.

Báculos: Gruesos, cortos y separados en la zona subpolar. Simples.

Base: No diferenciada.

Endexina: Gruesa.

Granos anormales: Han sido observadas las mismas for

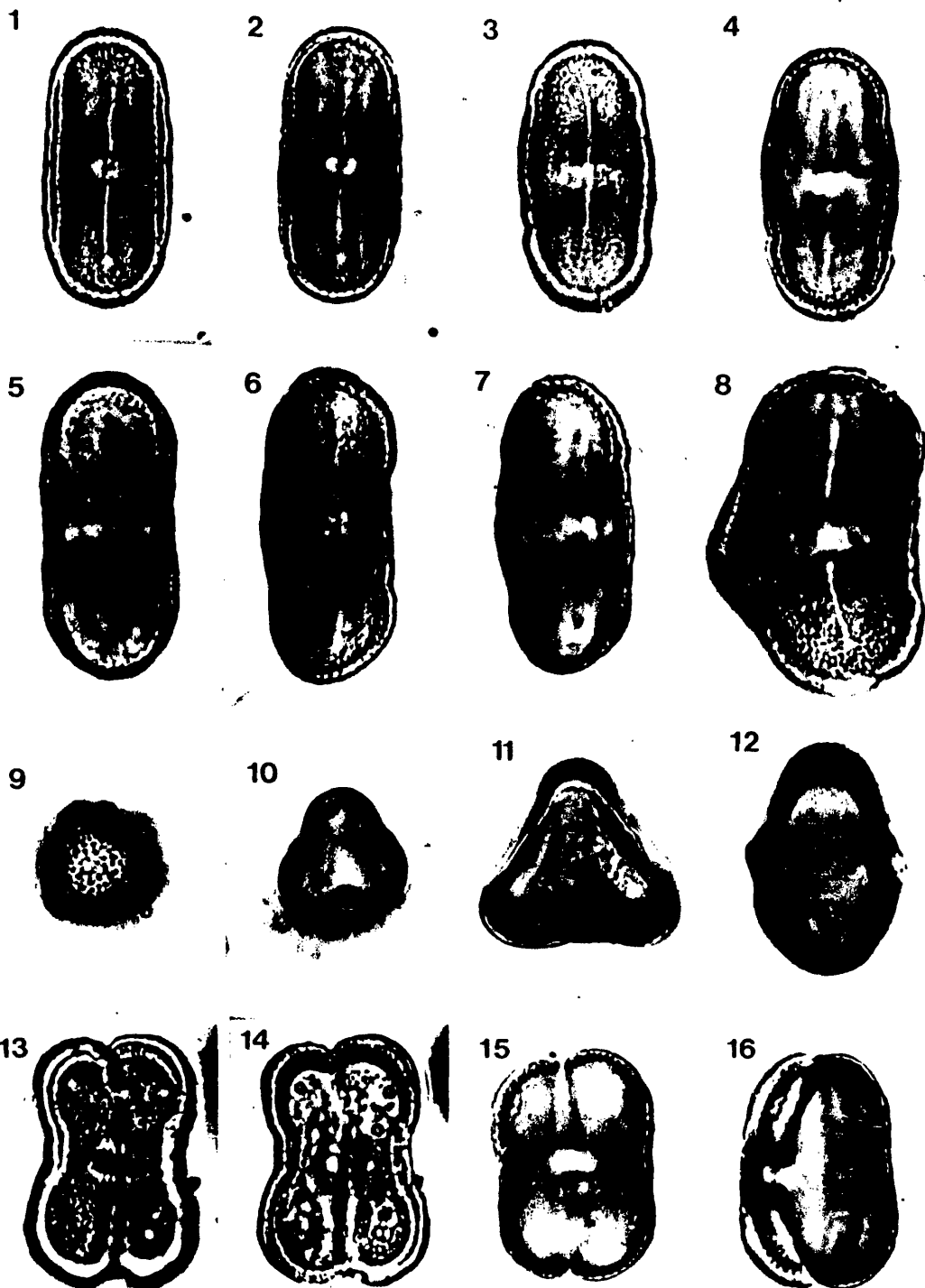
154.-

mas anormales que al microscopio fotónico. En su re
lieve tectal no se observan diferencias respecto a
los granos normales (Lam. 21, fot. 3 y 4).

L A M I N A 20

MICROFOTOGRAFIAS OPTICAS DEL POLEN DE ANGELICA PACHYCARPA
Lang (X 1.500)

- 1.2. Polen subrectangular alargado; 1. vista superficial con la apertura de frente; 2. en c.o.m. de frente.
- 3.4.5. Polen subrectangular osiforme; 3. vista superficial con la apertura de frente; 4. y 5. en c.o.m. de frente.
- 6.7. Polen subrectangular osiforme en c.o.m. de perfil.
8. Grano de polen fuertemente deformado en la zona ecuatorial, procedente de APO2, en vista superficial.
9. Vista superficial en la zona polar de un grano de polen.
10. Microfotografía de un c.o.m. en vista polar.
11. Forma anómala correspondiente a una tétrade en c.o.m.
12. Microfotografía en c.o.m. de la vista polar de un grano con simetría de orden 2.
- 13.14. Granos de polen anormales con simetría de orden 2.
15. y 16.

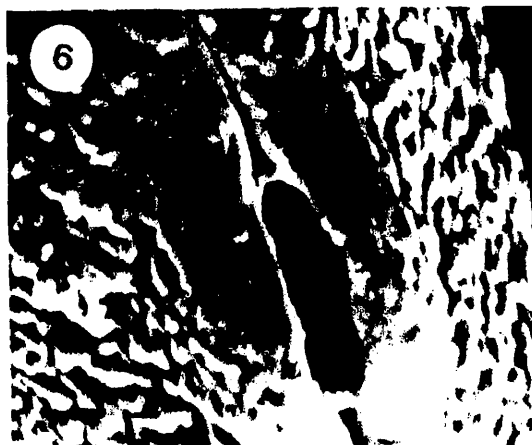
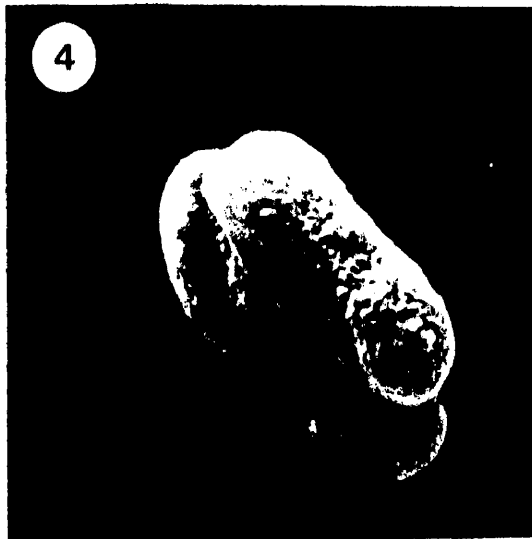
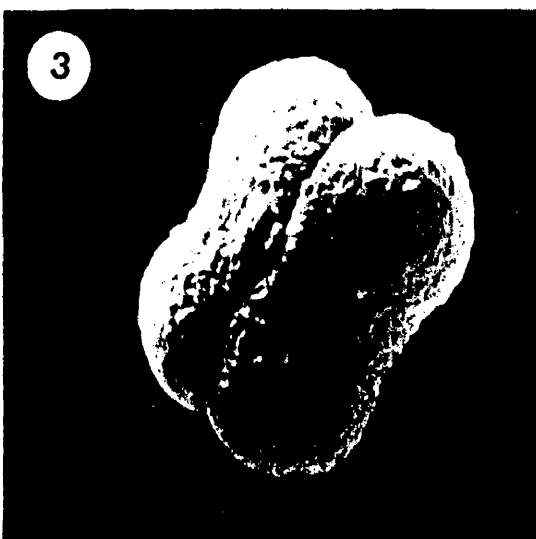
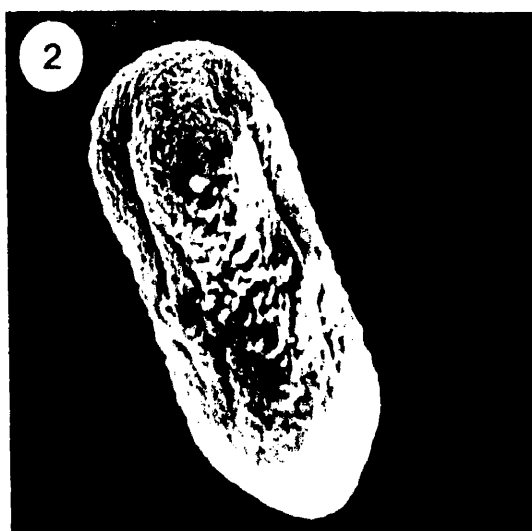
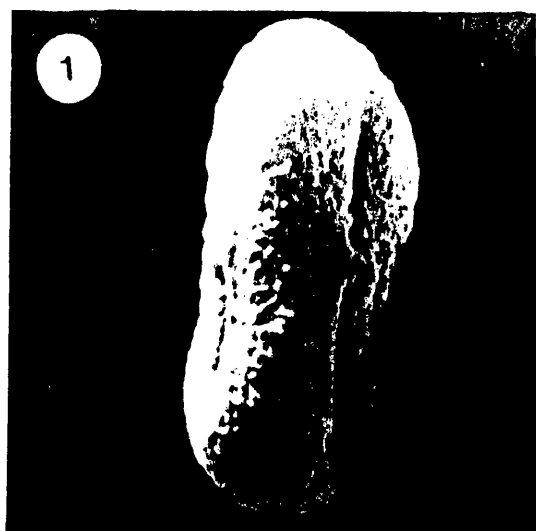


Angelica pachycarpa Lange

L A M I N A 2 1MICROFOTOGRAFIAS ELECTRONICAS DEL POLEN DE ANGELICA PACHYCARPA
LANGE

1. y 2. Vista general del grano de polen; 1. procedente de APO2 y 2. de APO4 (X 2.000).
3. y 4. Vista general de granos de polen anormales con si metría de orden 2; 3. corresponde a APO2 y 4. a APO4 (X 2.000).
5. Relieve en la zona interapertural, APO4 (X 10.000).
6. Relieve apertural, APO4 (X 5.000).

15f



3.2. RESULTADOS ESTADISTICOS

3.2.1. CALCULO DE LA MEDIA (\bar{X}); VARIANZA (s^2); DESVIACION TIPICA (S); INTERVALO DE CONFIANZA (μ)

Los resultados del cálculo de los anteriores estadísticos para los valores de P de cada una de las muestras, son los siguientes:

Muestra	$\bar{X} \pm \mu$	s^2	S
AV01	38,84 \pm 0,54	3,79	1,95
AV09	35,03 \pm 0,65	5,57	2,36
AV10	35,58 \pm 0,23	0,76	0,87
AV11	37,88 \pm 0,36	1,67	1,29
AS13	34,17 \pm 0,44	2,54	1,59
AS14	33,56 \pm 0,26	0,91	0,95
AS28	31,68 \pm 0,50	3,20	1,79
AS15	32,78 \pm 0,30	1,22	1,10
AS16	32,35 \pm 0,24	0,78	0,88
AS17	32,86 \pm 0,28	1,03	1,01
AS18	34,64 \pm 0,29	1,06	1,03
AS19	33,76 \pm 0,34	1,52	1,23
AS20	33,46 \pm 0,22	0,65	0,80
AS21	32,42 \pm 0,28	0,99	1
AS22	33,56 \pm 0,22	0,66	0,81
AS23	31,86 \pm 0,39	2,02	1,42
AS24	33,68 \pm 0,26	0,88	0,94
AS25	34,19 \pm 0,30	1,15	1,07

AS26	34,23 \pm 0,40	2,09	1,45
AS27	32,62 \pm 0,35	1,57	1,25
ARO2	33,78 \pm 0,32	1,37	1,17
ARO3	31,86 \pm 0,36	1,70	1,30
AR10	35,43 \pm 0,41	2,16	1,47
AR11	33,76 \pm 0,29	1,11	1,05
ALO1	28,95 \pm 0,30	1,18	1,08
AL10	29,29 \pm 0,28	1,02	1,01
AL15	30,23 \pm 0,42	2,28	1,51
AL16	30,07 \pm 0,37	1,81	1,34
AL17	31,54 \pm 0,42	2,32	1,52
AL18	31,38 \pm 0,32	1,33	1,15
AMO1	32,82 \pm 0,32	1,29	1,14
AMO3	30,68 \pm 0,39	1,99	1,41
AMO5	30,72 \pm 0,29	1,13	1,06
APO2	34,35 \pm 0,46	2,77	1,66
APO3	31,76 \pm 0,36	1,71	1,31
APO5	30,70 \pm 0,47	2,82	1,68
APO9	36,84 \pm 0,36	1,74	1,32

Los resultados del cálculo de los mismos estadísticos para los valores de E de cada una de las muestras estudiadas, son los que siguen:

Muestra	$\bar{x} \pm \mu$	s^2	s
AV01	16,36 \pm 0,22	0,63	0,80
AV09	15,52 \pm 0,25	0,79	0,89
AV10	15,03 \pm 0,15	0,32	0,57
AV11	15,85 \pm 0,20	0,50	0,71
AS13	14,26 \pm 0,23	0,71	0,84
AS14	14,69 \pm 0,15	0,33	0,57
AS28	15,36 \pm 0,35	1,61	1,27
AS15	14,46 \pm 0,17	0,40	0,63
AS16	13,89 \pm 0,20	0,53	0,73
AS17	16,01 \pm 0,16	0,34	0,58
AS18	15,32 \pm 0,12	0,20	0,45
AS19	14,01 \pm 0,16	0,32	0,57
AS20	14,16 \pm 0,16	0,31	0,56
AS21	15,14 \pm 0,13	0,22	0,47
AS22	14,67 \pm 0,16	0,32	0,57
AS23	14,93 \pm 0,18	0,44	0,66
AS24	15,34 \pm 0,11	0,16	0,40
AS25	14,69 \pm 0,15	0,29	0,54
AS26	14,95 \pm 0,19	0,47	0,68
AS27	16,44 \pm 0,16	0,35	0,59
ARO2	14,67 \pm 0,14	0,28	0,53
ARO3	14,28 \pm 0,16	0,33	0,57
AR10	14,95 \pm 0,19	0,47	0,69
AR11	14,81 \pm 0,16	0,33	0,58

AL01	14,44 \pm 0,20	0,50	0,71
AL10	15,03 \pm 0,12	0,20	0,45
AL15	13,95 \pm 0,23	0,71	0,84
AL16	14,63 \pm 0,20	0,51	0,71
AL17	14,14 \pm 0,20	0,53	0,73
AL18	14,42 \pm 0,20	0,53	0,73
AM01	13,85 \pm 0,19	0,49	0,70
AM03	14,34 \pm 0,17	0,38	0,62
AM05	13,24 \pm 0,19	0,48	0,69
AP02	14,95 \pm 0,13	0,47	0,69
AP03	14,44 \pm 0,16	0,34	0,58
AP05	14,24 \pm 0,21	0,55	0,74
AP09	14,99 \pm 0,20	0,50	0,71

3.2.2. AJUSTE A LA CURVA NORMAL (GAUSS)

Los resultados obtenidos del ajuste de las distribuciones observadas a una Ley Normal, para las medidas de P y E por separado, de cada una de las 37 poblaciones estudiadas, se reúnen en la tabla siguiente:

Test χ^2 de homogeneidad relativo a P y E en μm .

	χ^2_o		χ^2_o	
	P	E	P	E
AS13	2,28	3,46	9,49	3,84
AS14	0,00	1,73	5,99	3,84

AS28	8,18	8,34	11,10	7,82
AS15	3,48	0,26	5,99	3,84
AS16	0,55	2,10	7,82	3,84
AS17	2,81	1,40	5,99	3,84
AS18	3,29	3,76	3,84	3,84
AS19	2,68	2,89	7,82	3,84
AS20	1,94	0,22	5,99	3,84
AS21	5,93	1,80	7,82	3,84
AS22	1,47	1,42	5,99	3,84
AS23	7,05	1,68	9,49	3,84
AS24	1,89	1,20	5,99	3,84
AS25	0,84	1,59	7,82	3,84
AS26	1,83	2,74	11,10	5,99
AS27	1,89	0,35	7,82	3,84
AV01	3,15	3,82	12,60	5,99
AV09	10,93	0,87	15,50	5,99
AV10	1,17	1,39	5,99	3,84
AV11	2,77	0,98	21,00	7,82
ARO2	2,07	1,20	11,10	5,99
ARO3	5,46	0,35	11,10	3,84
AR10	3,61	2,02	12,60	5,99
AR11	2,63	1,09	7,82	5,99
ALO1	3,91	2,92	9,49	5,99
AL10	3,98	0,75	9,49	3,84
AL15	4,44	5,68	12,60	7,82

AL16	8,82	0,21	12,60	5,99
AL17	2,74	7,41	12,60	7,82
AL18	0,13	1,77	9,49	7,82
AM01	5,26	0,63	11,10	5,99
AM03	4,29	1,25	11,10	5,99
AM05	1,98	1,85	7,82	5,99
AP02	5,21	4,73	12,60	7,82
AP03	4,50	0,35	11,10	3,84
AP05	2,79	8,35	15,50	7,82
AP09	3,92	21,08	11,10	5,99
Conjunto de 37 poblaciones	50,78	74,75	23,60	11,10

Los anteriores resultados nos muestran:

- Todas las poblaciones estudiadas consideradas individualmente son homogéneas para los valores de P.
- Todas las poblaciones estudiadas, consideradas individualmente son homogéneas para los valores de E, a excepción de AS28 y APO5. En el caso de AS28, se trata de una población heterogénea respecto al tipo de polen, ya que presenta pólenes estrechados en el ecuador con valores de E menores y pólenes ovals con valores de E mayores. La población de APO5 también es heterogénea respecto al tipo polínico.

- Por el contrario, el mismo test de homogeneidad aplicado respectivamente a P y E para el conjunto de todas las poblaciones estudiadas, nos da resultados negativos. Dicho conjunto se muestra por tan to heterogéneo.

3.2.3. TEST DE SIMPSON Y ROE

El test gráfico simplificado de comparación de las medias de Simpson y Roe, nos da una primera aproximación de las afinidades taxonómicas entre las UTO consideradas, a partir de los valores de P y E toma dos por separado.

La representación gráfica, correspondiente a dí cho test, es la que se encuentra en la Fig. 7, pag.173. Para su interpretación debemos tener en cuenta que si dos rectángulos representando los intervalos de con fianza alrededor de la media no se superponen, las me dias difieren significativamente. Recíprocamente, si los rectángulos se superponen, se admite aproximati vamente que las medias no difieren significativamente. Los resultados son, por tanto:

- Una primera observación nos muestra que las variación es mucho menores para E que para P. Las agrupa ciones puestas en evidencia para E son poco signifi cativas, siendo muy grande la semejanza de las grá ficas que corresponden a los Táxones A. razulii Gouan, A. major Lag, A. pachycarpa Lge.
- Considerando los valores de E, únicamente se alejan

significativamente del resto las muestras AV01 y AS27 pertenecientes a A. sylvestris L. y que presentan el polen con mayor anchura de todas las estudiadas.

- Las siguientes poblaciones que pertenecen a A. sylvestris L. (AV01 y AV11), A. razulii Gouan (AR10) y A. pachycarpa Lge. (AP09), difieren significativamente del resto respecto a los valores de P, dado que presentan los pólenes de mayor longitud.
- La formación de agrupaciones entre las poblaciones pertenecientes a un mismo táxon, respecto a P, no es muy evidente. Unicamente es patente esta agrupación entre las poblaciones de A. major Lag., que muestran una gran semejanza entre ellas y un ligero alejamiento de las poblaciones de los otros táxones, ya que su polen es el de menor longitud.
- Son significativas respecto a P las diferencias que presentan las poblaciones de A. razulii Gouan y A. pachycarpa Lge.
- Las diferencias respecto a los valores de P para las poblaciones de A. sylvestris L., son poco significativas a excepción de las poblaciones AV01 y AV11 que ya hemos mencionado anteriormente.

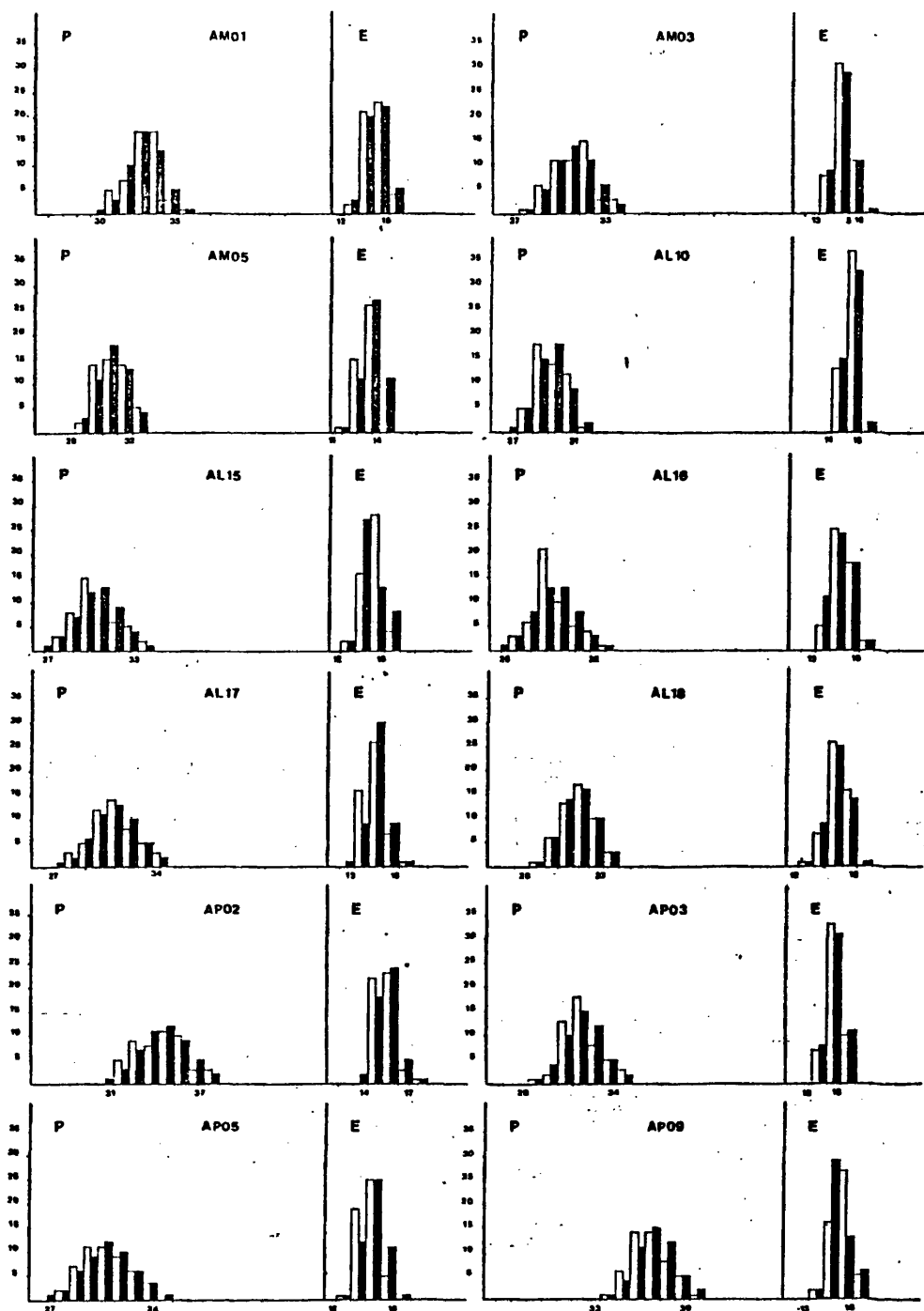


Fig. 2. Ajuste a la curva normal de los efectivos correspondientes a las poblaciones que se especifican, para los valores de P y de E.

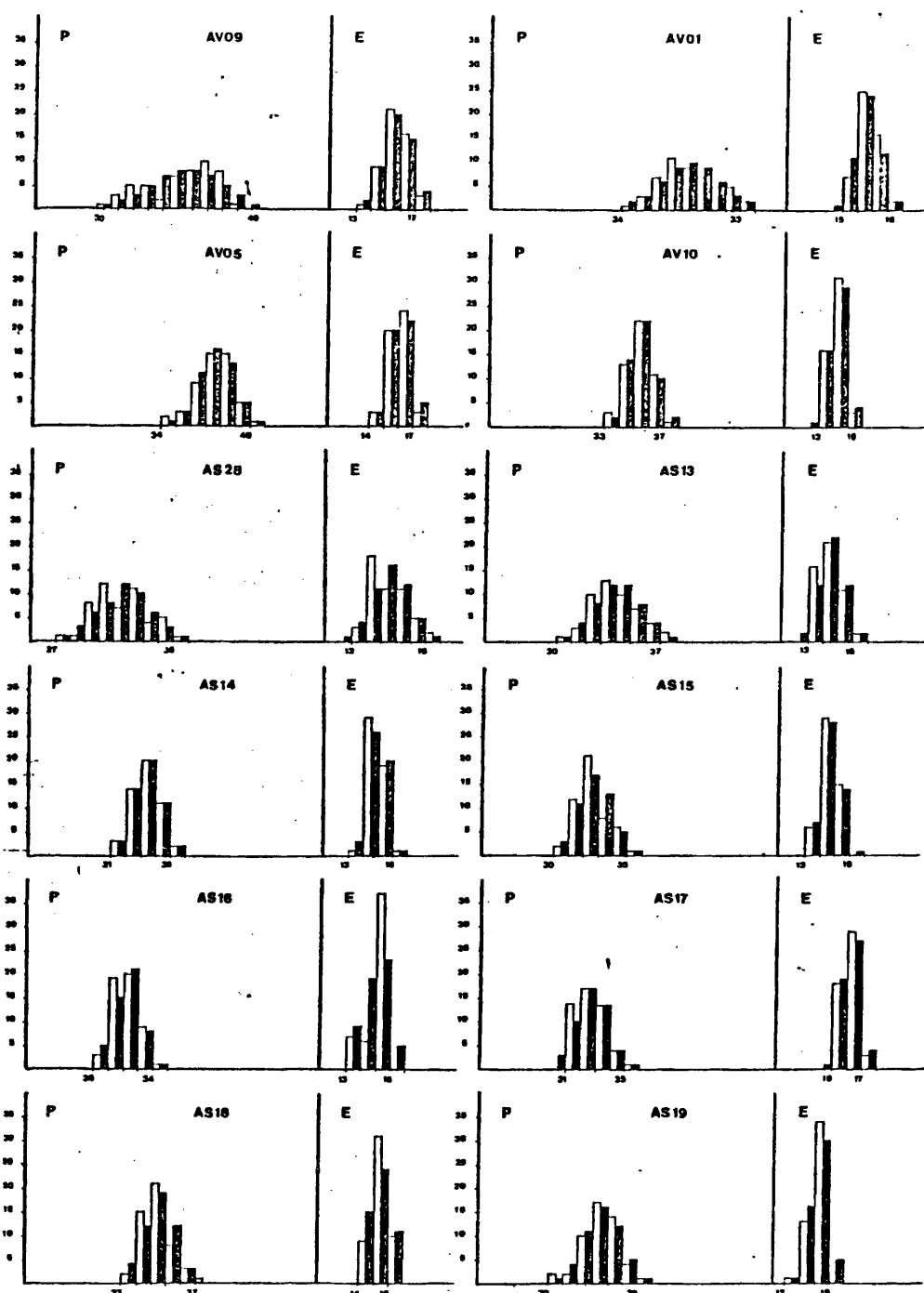


Fig. 3. Idem para las poblaciones que se especifican.

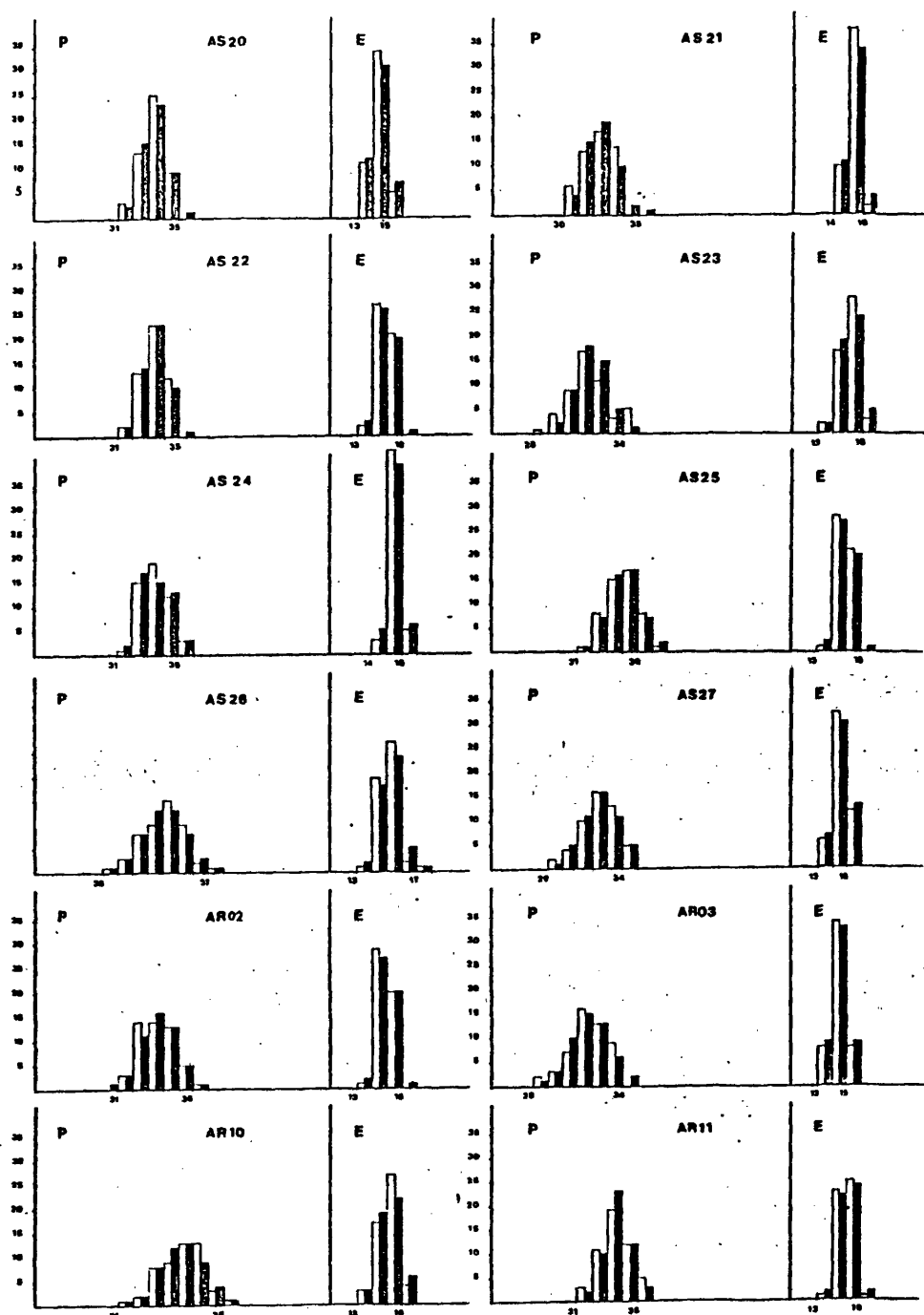


Fig. 4. Idem para las poblaciones que se especifican.

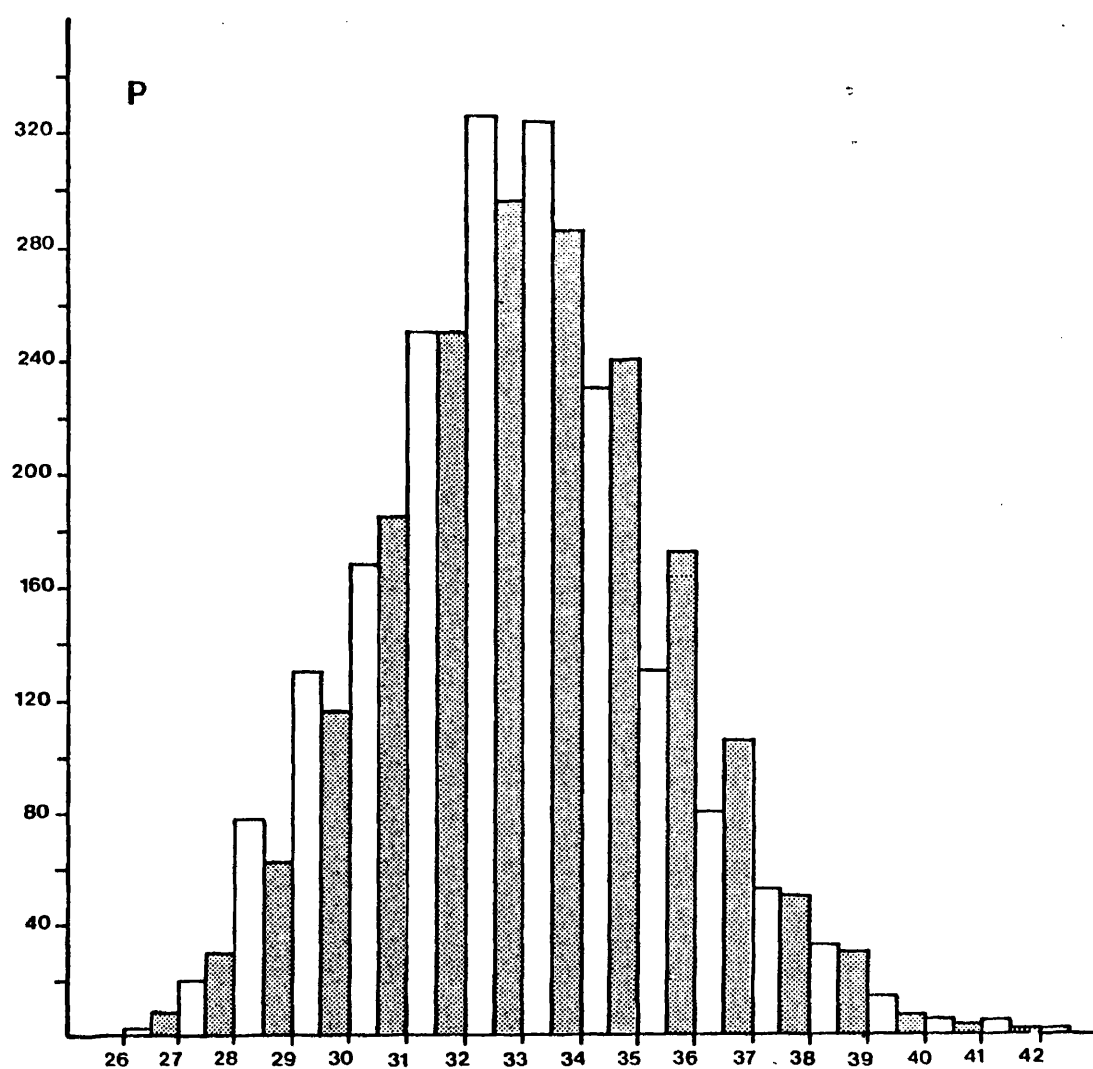


Fig. 5. Ajuste a la curva normal de los efectivos correspondientes al conjunto de poblaciones estudiadas, para los valores de P .

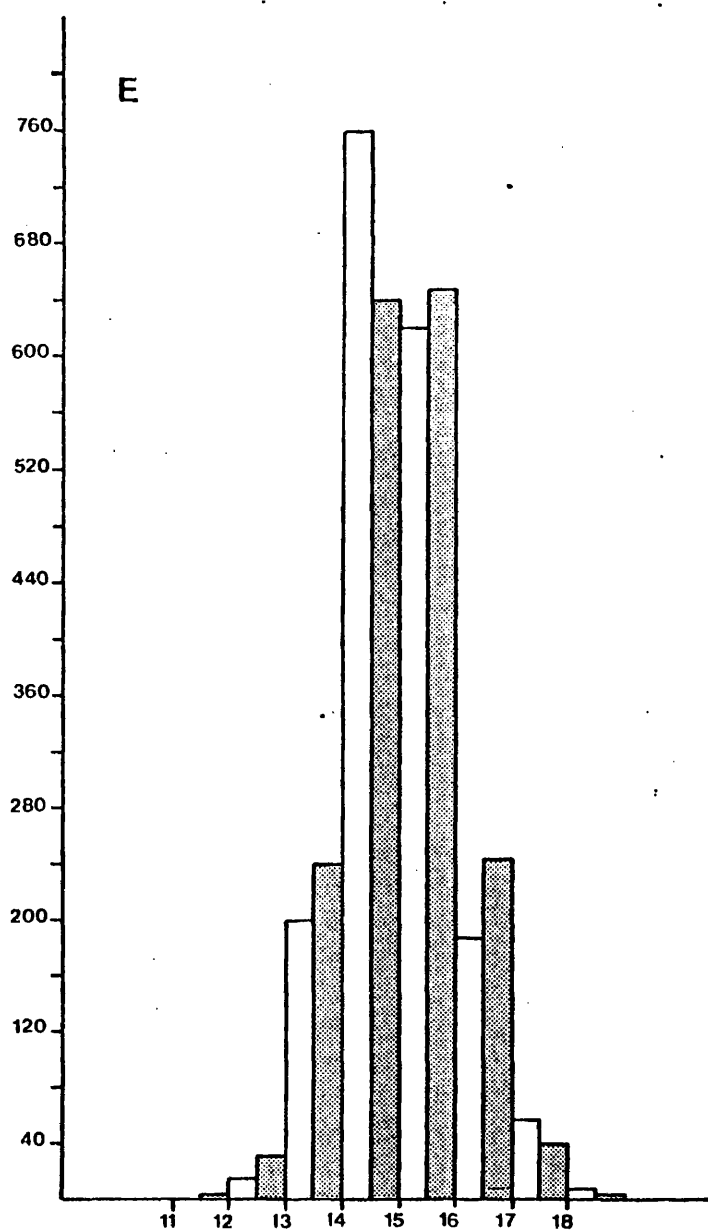
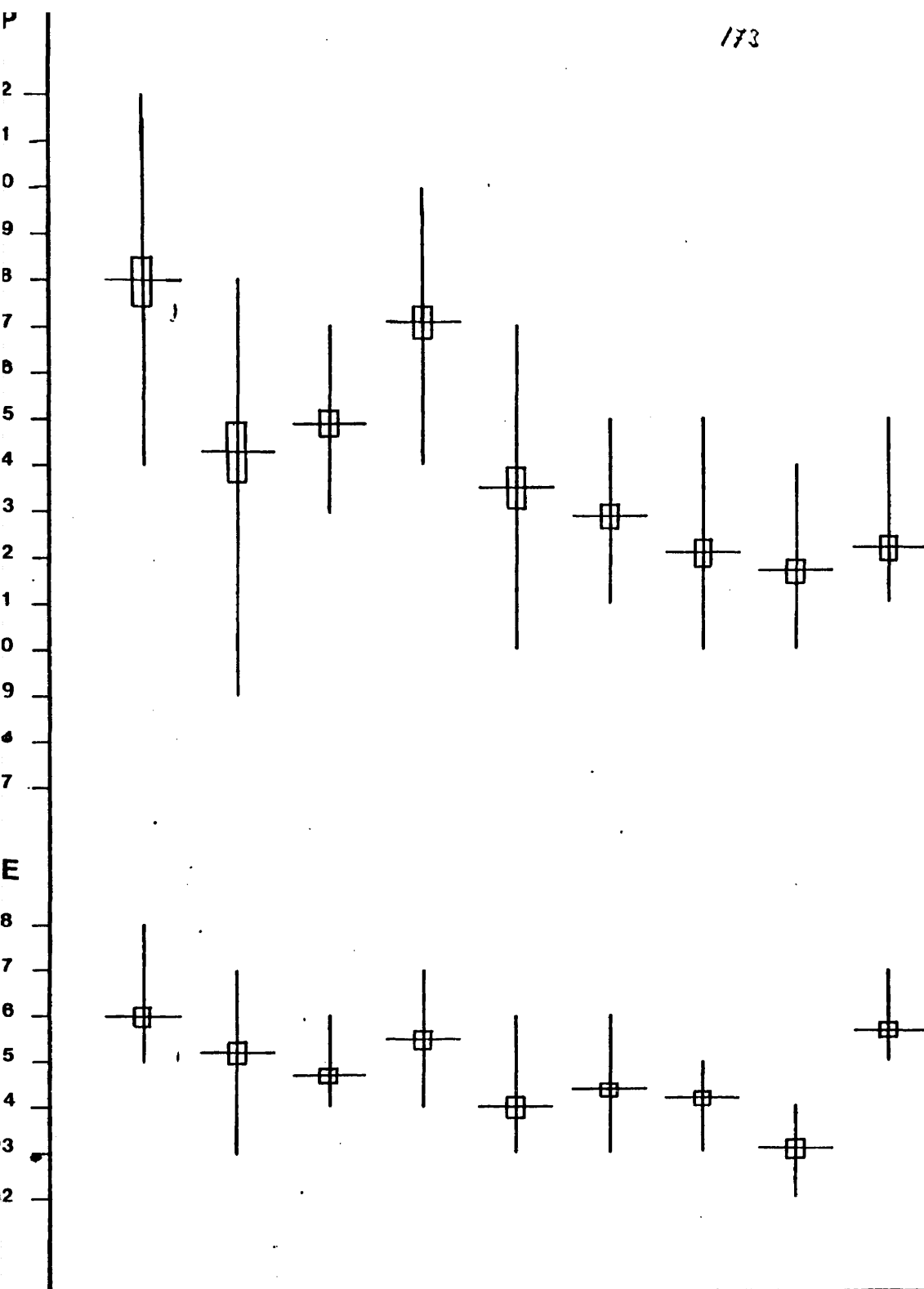
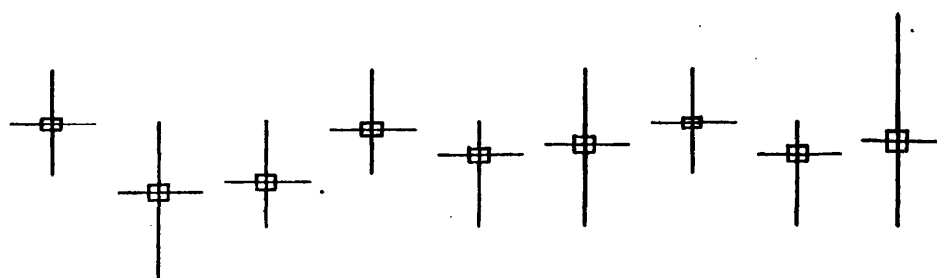
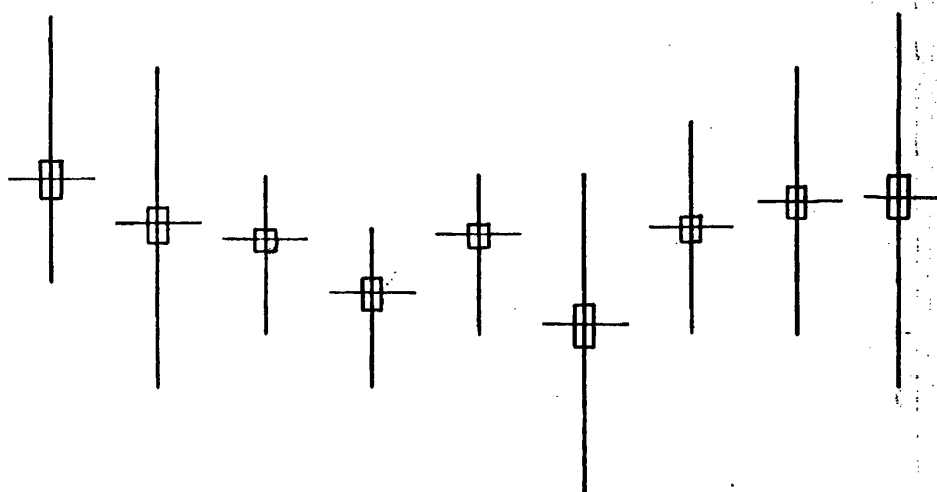


Fig. 6. Ajuste a la curva normal de los efectivos correspondientes al conjunto de poblaciones estudiadas, para los valores de E.

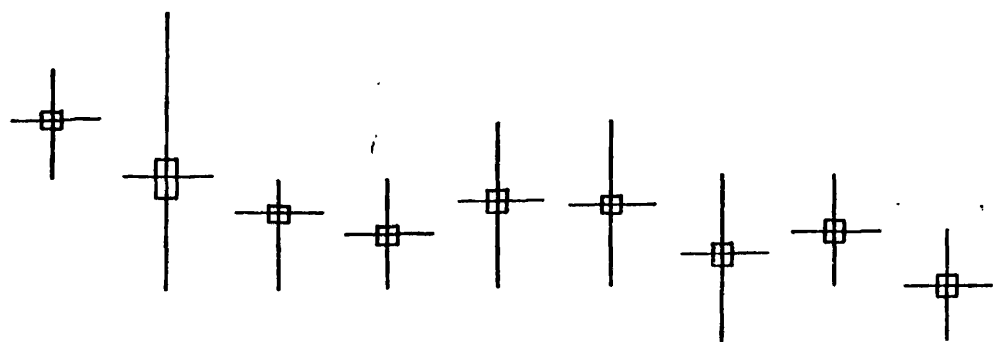
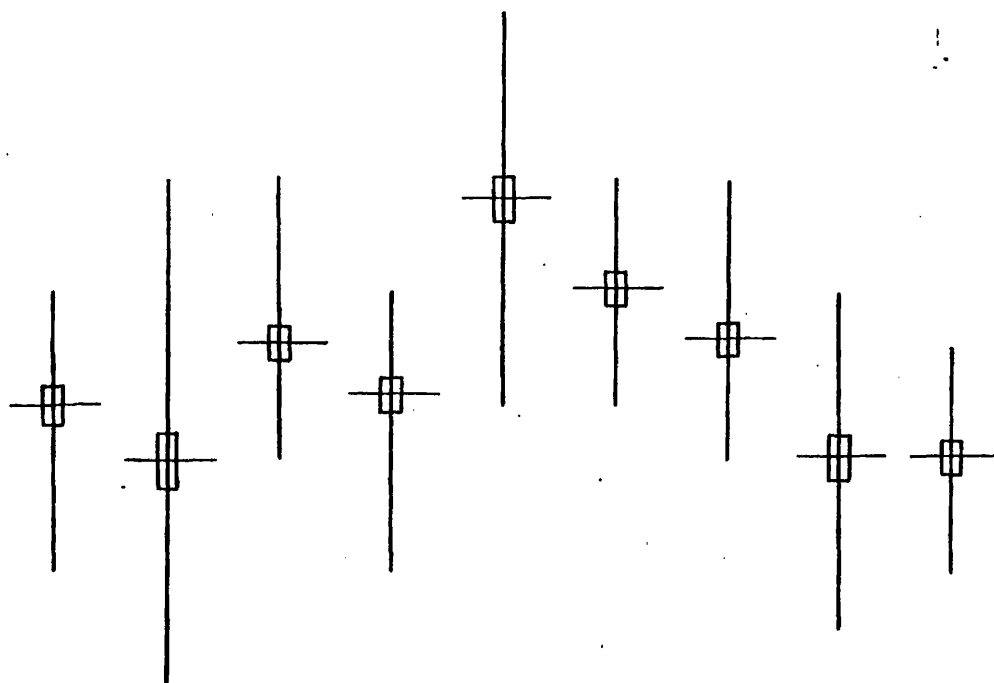
173



173'

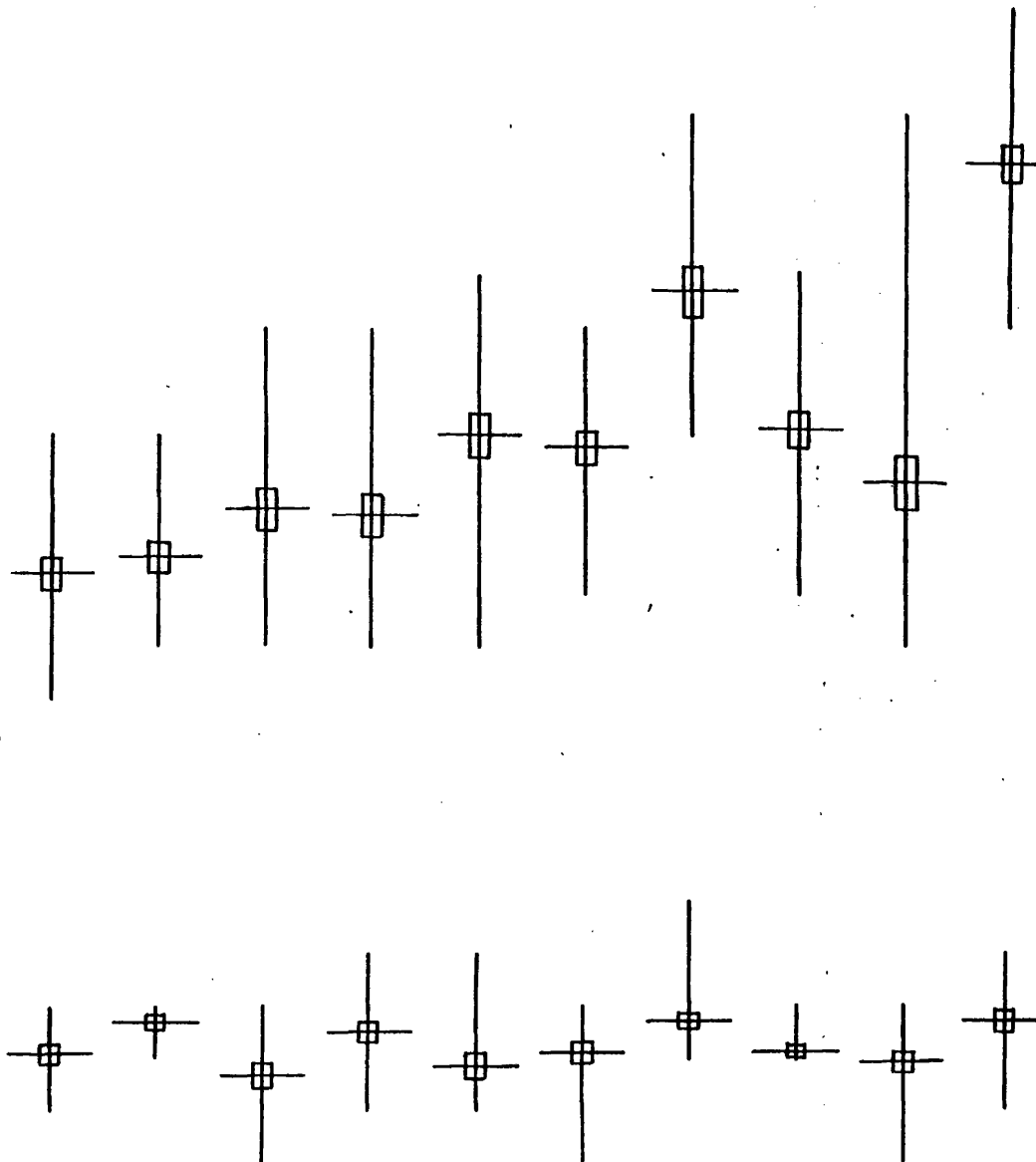


AS18 AS19 AS20 AS21 AS22 AS23 AS24 AS25 AS26



AS27 AS28 AR02 AR03 AR10 AR11 AM01 AM03 AM05

1733



AL01 AL10 AL15 AL16 AL17 AL18 AP02 AP03 AP05 AP09

3.3. RESULTADOS DE LA TAXONOMIA NUMERICA

El análisis del dendrograma obtenido a partir de los resultados del cálculo de la distancia euclídea nos permite evidenciar las siguientes agrupaciones:

A derecha e izquierda del dendrograma encontramos agrupadas entre sí las U.T.O. (AS28, AS21, AS27, AS26, AS13, AS23) y (AV01, AV11, APO9, AV10, AV09, AS17), que corresponden a poblaciones de A. sylvestris L. con la excepción de APO9. Esta población de A. pachycarpa Lge. es la que presentaba el polen de tamaño mayor y sus valores entraban dentro de los límites de tamaño encontrados para la A. sylvestris L. Las restantes poblaciones de la especie aparecen agrupadas de la siguiente manera: (AS16, AS19, AS18) y (AS20, AS24, AS15, AS22, AS14).

Las restantes agrupaciones que se observan son (ARO3, APO3, AL17), (AMO1, AMO5, AL15, APO5, AL10, AM16, AL18, AL16, ALO1), (AS25, AR11, ARO2, AR10, APO2). Es necesario hacer notar que las poblaciones de A. major Lag. son las que aparecen más claramente agrupadas. Así mismo no se observa ninguna agrupación entre las poblaciones de A. pachycarpa Lge. Las poblaciones de A. razoulii Gouan (AR10, ARO2, AR11) también aparecen agrupadas, a excepción de ARO3.

En la matriz de sombreado diferencial que corresponde a la representación gráfica del índice de la distancia de SOKAL & SNEATH, los triángulos de similitud nos ponen en evidencia las siguientes agrupaciones naturales:

1. Las U.T.O. (ARO3, AR10, ARO2) que pertenecen a A. razulii Gouan.
2. Las U.T.O. (AL01, AL02, AL15 AL16, AL17, AL18, AMO2, AMO1), que son la casi totalidad de las poblaciones de A. major Lag. estudiadas.
3. Las U.T.O. (AS13, AS14, AS16, AS15, AS06). No se evidencia ninguna agrupación entre las restantes poblaciones de A. sylvestris.

La comparación de los resultados obtenidos, por aplicación de ambos métodos, nos permite observar que estos son parecidos sobre todo en lo que se refiere a las poblaciones de A. major y A. razulii. Sin embargo, al cálculo de la distancia euclídea, para el conjunto de los caracteres cuantitativos del polen, nos permite una agrupación mejor de las U.T.O., que el cálculo del índice de la distancia de SOKAL & SNEATH, para el total de caracteres polínicos, cuantitativos y cualitativos.

Los resultados de ambos métodos nos permiten afirmar que el valor representativo de una población polínica está muy limitado al nivel de la especie, por tanto, no se pueden extrapolar los resultados palinológicos relativos a una población polínica tomada de una inflorescencia, a todo el conjunto de la especie.

EACH ROW CONTAINS THE VALUES OF VARIABLES FOR THE CLUSTER FORMED BY THE APALGAMATION OF THE GIVEN UNDER. (THE LAST COLUMN REPRESENTS THE SUM OF CLUSTER CASE WEIGHTS)

APALGAMATION UNDER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	-0.782	-0.278	0.366	0.049	-0.247	-0.164	-0.216	0.310	-0.514	-0.064																
2	-0.511	-0.224	0.484	0.793	2.000	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
3	-0.597	-0.224	0.367	0.108	-0.092	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
4	0.519	-0.142	0.607	0.321	-0.297	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
5	0.510	-0.458	0.623	0.749	2.000	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
6	0.586	-0.212	0.607	0.384	-0.468	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
7	0.610	-0.313	-0.585	0.814	3.000	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
8	1.386	-1.330	-1.544	-0.808	2.000	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
9	-0.770	-0.581	0.148	0.151	-0.015	0.140	-0.111	0.175	-0.524	-0.446																
10	-0.782	-0.173	0.448	0.580	4.000	0.140	-0.111	0.175	-0.524	-0.446																
11	-0.640	-0.234	0.282	0.607	-0.297	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
12	0.134	-0.458	0.487	-0.556	4.000	-0.164	-0.278	0.335	-0.775	-0.140																
13	-0.306	-1.140	-1.305	-1.328	-0.468	-0.565	-0.378	-1.279	-1.075	-0.272																
14	1.306	-0.513	0.610	-0.788	3.000	-1.380	-0.740	-0.575	-0.355	-0.924																
15	1.697	-0.278	-1.305	-1.177	-0.811	-0.164	-0.567	-0.190	0.261	-0.189																
16	-0.761	-1.080	-1.280	-1.277	2.000	-0.297	-0.194	0.325	-0.715	-0.589																
17	1.697	-0.457	-0.621	-1.042	2.000	0.075	-0.226	0.325	-0.715	-0.589																
18	1.506	-0.274	0.512	0.157	5.000	0.075	-0.226	0.325	-0.715	-0.589																
19	-0.662	-0.624	0.523	0.677	5.000	-0.811	-0.444	-0.207	-1.497	-0.920																
20	-0.770	-1.330	-1.305	-1.395	-0.811	0.444	-0.207	-1.497	-0.920	-1.623																
21	-0.782	-0.274	0.247	0.600	2.000	-0.164	-0.279	0.809	-0.158	0.708																
22	1.506	2.229	0.125	0.516	0.731	-0.164	-0.279	0.809	-0.158	0.708																
23	1.596	-1.244	-0.953	0.111	2.000	-0.605	-0.310	-1.367	-1.015	-0.486																
24	-0.674	-0.397	0.122	-0.233	5.000	-0.164	-0.310	-1.367	-1.015	-0.486																
25	0.905	-0.635	-0.827	-0.608	-0.468	-0.164	-0.310	-1.367	-1.015	-0.486																
26	0.908	0.432	-1.767	-1.218	3.000	0.075	-0.310	-1.367	-1.015	-0.486																
27	-0.402	-0.459	-0.566	-0.452	5.000	0.075	-0.310	-1.367	-1.015	-0.486																
28	-0.503	-1.194	1.503	1.427	0.217	-0.164	-0.310	-1.367	-1.015	-0.486																
29	-0.530	-0.300	1.695	1.772	2.000	-1.360	-0.876	0.963	-0.710	0.679																
30	-0.761	-0.668	0.125	-0.603	-1.325	-0.511	-0.432	0.809	-0.402	0.363																
31	1.683	-0.300	0.637	-1.042	2.000	-0.511	-0.432	0.809	-0.402	0.363																
32	0.699	-0.264	-0.275	-0.531	7.000	-1.360	-0.876	0.963	-0.710	0.679																
33	1.242	-0.659	-0.749	-0.586	-1.325	-1.360	-0.876	0.963	-0.710	0.679																
34	-0.271	-0.288	0.722	0.402	2.000	-1.360	-0.876	0.963	-0.710	0.679																
35	-0.432	0.142	0.560	0.359	10.000	-0.071	-0.133	0.456	0.189	-0.242																
36	-0.514	-0.141	-0.032	0.213	10.000	-0.045	-0.133	0.456	0.189	-0.242																
37	-0.282	0.200	0.607	0.392	0.045	0.167	-0.087	0.429	0.281	-0.297																
38	-0.331	-0.331	0.097	0.221	11.000	-0.071	-0.208	0.511	0.120	-0.202																
39	-0.359	-0.338	0.534	0.331	-0.242	-0.071	-0.208	0.511	0.120	-0.202																
40	-0.522	-0.376	0.184	0.627	13.000	0.241	0.345	1.284	0.641	0.512																
41	-0.540	1.475	1.425	1.679	0.559	0.241	0.345	1.284	0.641	0.512																
42	-0.178	-0.275	1.425	1.679	3.000	-0.704	-0.613	-0.707	-0.721	-0.395																
43	1.274	-0.510	-1.092	-1.144	-0.811	-0.704	-0.613	-0.707	-0.721	-0.395																
44	-0.604	-0.658	-0.377	0.306	9.000	-0.725	-0.565	-0.602	-0.542	-0.288																
45	1.101	-0.841	-1.026	-1.010	-0.725	-0.565	-0.602	-0.542	-0.288	-0.288																
46	-0.211	-0.371	-0.725	-0.534	12.000	1.245	0.444	0.308	-1.074	-0.520																
47	-0.782	-0.989	-0.508	-0.459	2.000	0.444	0.308	-1.074	-0.520	-0.520																
48	1.707	1.697	-0.312	-0.475	2.000	1.051	0.670	-1.382	-0.273	-0.007																
49	1.070	2.308	-0.130	-0.241	3.000	1.051	0.670	-1.382	-0.273	-0.007																

29	3.308	0.380	-0.324	-0.213	-0.313	-0.474	-0.310	-0.397	-0.007	-0.131	-0.244
30	3.482	-0.373	-0.347	-0.252	-0.242	25.000	0.345	0.290	-0.305	-0.240	0.279
31	3.755	1.641	2.556	0.295	-0.100	5.000	-0.164	-0.283	-0.090	-0.147	-0.156
32	4.272	0.187	-0.265	-0.221	-0.264	-0.222	-0.174	-0.241	-0.134	-0.168	-0.186
33	4.524	-0.337	0.360	-0.160	-0.219	30.000	-0.066	0.589	1.213	1.033	0.558
34	4.740	0.155	-0.259	-0.193	-0.258	-0.174	0.747	0.582	1.002	1.148	1.347
35	4.709	-0.301	0.351	-0.154	-0.175	31.000	0.565	-0.127	0.023	-0.104	0.027
36	5.238	-0.709	1.825	1.802	1.514	0.988	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000
		0.265	0.025	1.224	1.538	4.000					
		-0.410	-0.395	1.374	1.710	1.039					
		0.531	-0.314	0.023	0.015	5.000					
		0.621	0.636	0.007	-0.011	36.000					
		-0.000	0.880	0.000	0.000	37.000					
		0.600	0.600	0.000	0.000						

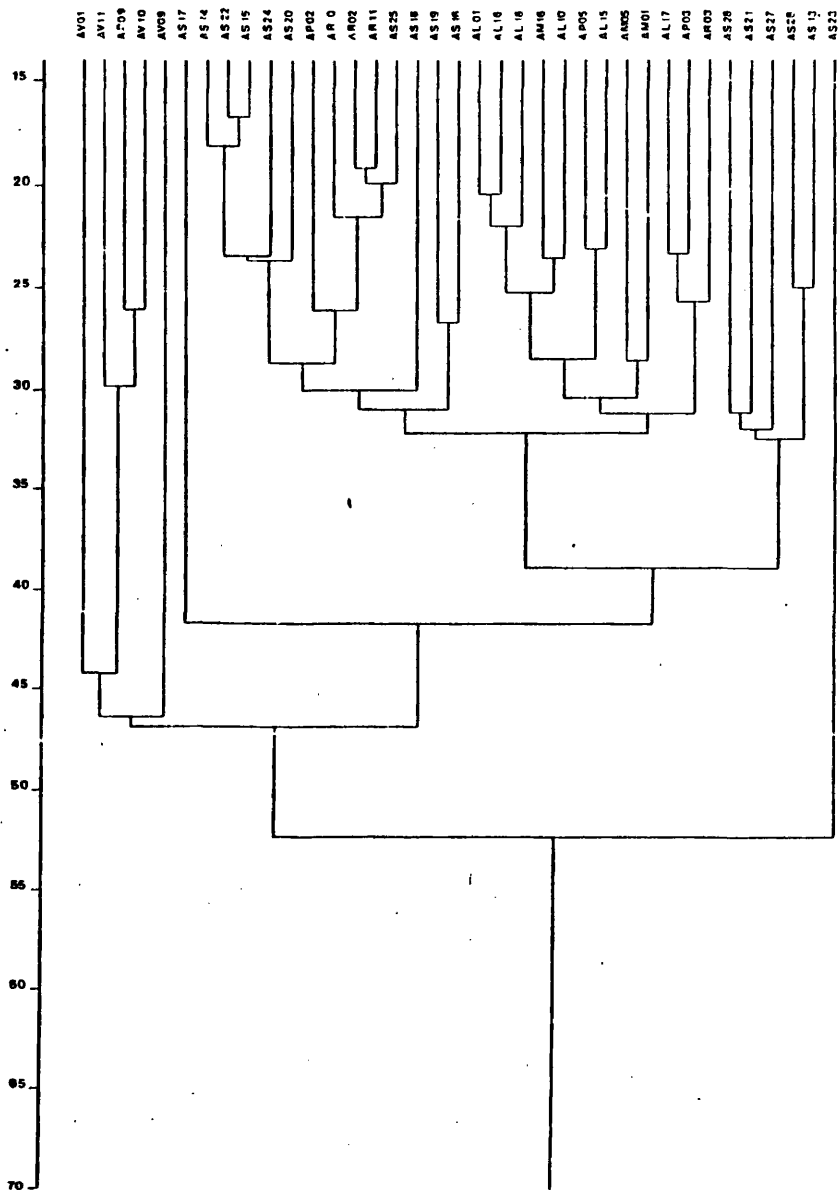


Fig. 7. Dendrograma de jerarquía taxonómica para las 37 poblaciones polínicas estudiadas (caracteres cuantitativos). Distancia euclídea y criterio de unión simple.

APJ1	APJ2	APJ3	APJ4	APJ5	APJ6	APJ7	APJ8	APJ9	APJ10	APJ11	APJ12	APJ13	APJ14	APJ15	APJ16	APJ17	APJ18	APJ19	APJ20	APJ21	APJ22	APJ23	APJ24	APJ25	APJ26	APJ27	APJ28	APJ29	APJ30	APJ31	APJ32	APJ33	APJ34	APJ35	APJ36	APJ37	APJ38	APJ39	APJ40	APJ41	APJ42	APJ43	APJ44	APJ45	APJ46	APJ47	APJ48	APJ49	APJ50	APJ51	APJ52	APJ53	APJ54	APJ55	APJ56	APJ57	APJ58	APJ59	APJ60	APJ61	APJ62	APJ63	APJ64	APJ65	APJ66	APJ67	APJ68	APJ69	APJ70	APJ71	APJ72	APJ73	APJ74	APJ75	APJ76	APJ77	APJ78	APJ79	APJ80	APJ81	APJ82	APJ83	APJ84	APJ85	APJ86	APJ87	APJ88	APJ89	APJ90	APJ91	APJ92	APJ93	APJ94	APJ95	APJ96	APJ97	APJ98	APJ99	APJ100	APJ101	APJ102	APJ103	APJ104	APJ105	APJ106	APJ107	APJ108	APJ109	APJ110	APJ111	APJ112	APJ113	APJ114	APJ115	APJ116	APJ117	APJ118	APJ119	APJ120	APJ121	APJ122	APJ123	APJ124	APJ125	APJ126	APJ127	APJ128	APJ129	APJ130	APJ131	APJ132	APJ133	APJ134	APJ135	APJ136	APJ137	APJ138	APJ139	APJ140	APJ141	APJ142	APJ143	APJ144	APJ145	APJ146	APJ147	APJ148	APJ149	APJ150	APJ151	APJ152	APJ153	APJ154	APJ155	APJ156	APJ157	APJ158	APJ159	APJ160	APJ161	APJ162	APJ163	APJ164	APJ165	APJ166	APJ167	APJ168	APJ169	APJ170	APJ171	APJ172	APJ173	APJ174	APJ175	APJ176	APJ177	APJ178	APJ179	APJ180	APJ181	APJ182	APJ183	APJ184	APJ185	APJ186	APJ187	APJ188	APJ189	APJ190	APJ191	APJ192	APJ193	APJ194	APJ195	APJ196	APJ197	APJ198	APJ199	APJ200	APJ201	APJ202	APJ203	APJ204	APJ205	APJ206	APJ207	APJ208	APJ209	APJ210	APJ211	APJ212	APJ213	APJ214	APJ215	APJ216	APJ217	APJ218	APJ219	APJ220	APJ221	APJ222	APJ223	APJ224	APJ225	APJ226	APJ227	APJ228	APJ229	APJ230	APJ231	APJ232	APJ233	APJ234	APJ235	APJ236	APJ237	APJ238	APJ239	APJ240	APJ241	APJ242	APJ243	APJ244	APJ245	APJ246	APJ247	APJ248	APJ249	APJ250	APJ251	APJ252	APJ253	APJ254	APJ255	APJ256	APJ257	APJ258	APJ259	APJ260	APJ261	APJ262	APJ263	APJ264	APJ265	APJ266	APJ267	APJ268	APJ269	APJ270	APJ271	APJ272	APJ273	APJ274	APJ275	APJ276	APJ277	APJ278	APJ279	APJ280	APJ281	APJ282	APJ283	APJ284	APJ285	APJ286	APJ287	APJ288	APJ289	APJ290	APJ291	APJ292	APJ293	APJ294	APJ295	APJ296	APJ297	APJ298	APJ299	APJ300	APJ301	APJ302	APJ303	APJ304	APJ305	APJ306	APJ307	APJ308	APJ309	APJ310	APJ311	APJ312	APJ313	APJ314	APJ315	APJ316	APJ317	APJ318	APJ319	APJ320	APJ321	APJ322	APJ323	APJ324	APJ325	APJ326	APJ327	APJ328	APJ329	APJ330	APJ331	APJ332	APJ333	APJ334	APJ335	APJ336	APJ337	APJ338	APJ339	APJ340	APJ341	APJ342	APJ343	APJ344	APJ345	APJ346	APJ347	APJ348	APJ349	APJ350	APJ351	APJ352	APJ353	APJ354	APJ355	APJ356	APJ357	APJ358	APJ359	APJ360	APJ361	APJ362	APJ363	APJ364	APJ365	APJ366	APJ367	APJ368	APJ369	APJ370	APJ371	APJ372	APJ373	APJ374	APJ375	APJ376	APJ377	APJ378	APJ379	APJ380	APJ381	APJ382	APJ383	APJ384	APJ385	APJ386	APJ387	APJ388	APJ389	APJ390	APJ391	APJ392	APJ393	APJ394	APJ395	APJ396	APJ397	APJ398	APJ399	APJ400	APJ401	APJ402	APJ403	APJ404	APJ405	APJ406	APJ407	APJ408	APJ409	APJ410	APJ411	APJ412	APJ413	APJ414	APJ415	APJ416	APJ417	APJ418	APJ419	
------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--

[illegible]

[illegible]

AS15	AS16	AS17	AS18	AS19	AS20	AS21	AS22	AS23	AS24	AS25	AS26	AS27	AS28	AS29	AS30	AS31	AS32	AS33	AS34	AS35	AS36	AS37	AS38	AS39	AS40	AS41	AS42	AS43	AS44	AS45	AS46	AS47	AS48	AS49	AS50	AS51	AS52	AS53	AS54	AS55	AS56	AS57	AS58	AS59	AS60	AS61	AS62	AS63	AS64	AS65	AS66	AS67	AS68	AS69	AS70	AS71	AS72	AS73	AS74	AS75	AS76	AS77	AS78	AS79	AS80	AS81	AS82	AS83	AS84	AS85	AS86	AS87	AS88	AS89	AS90	AS91	AS92	AS93	AS94	AS95	AS96	AS97	AS98	AS99	AS100														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

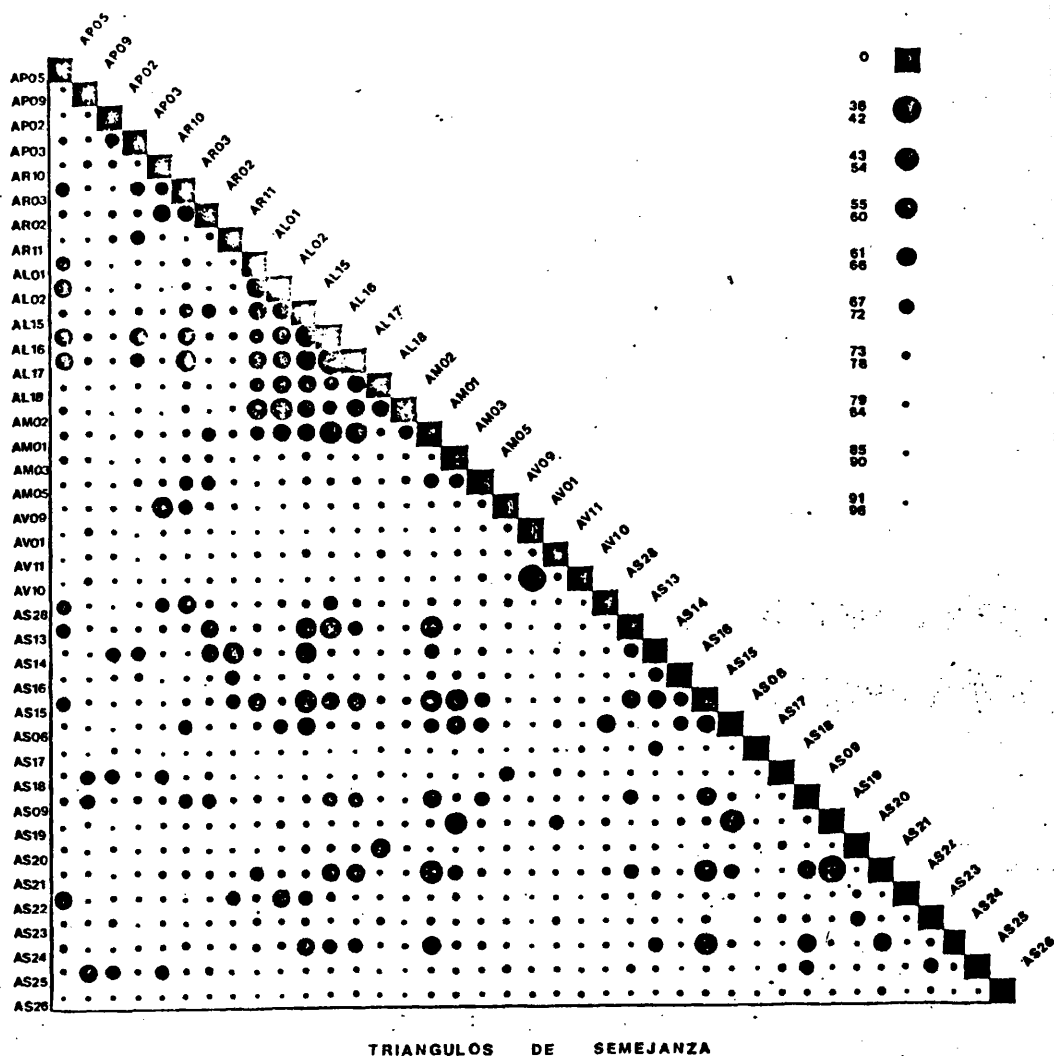


Fig. 8. Matriz de sombreado diferencial para el conjunto de caracteres cuantitativos y cualitativos de 39 poblaciones polifénicas. Índice de la distancia de Sokal & Sneath (D_{SS}).

182.-

VII. ESTUDIO CARIOLOGICO

1. INTRODUCCION

Los estudios cariológicos, tanto en el campo de la Botánica como en el de la Zoología, han adquirido en los últimos tiempos extraordinaria importancia y desarrollo. Ello se debe al enorme interés que los resultados aportados han tenido para la taxonomía. Estos han contribuido en gran manera a la comprensión y conocimiento de los procesos de especiación y evolución de los seres vivos.

Los datos cariológicos pueden ser utilizados por el taxónomo de la misma manera que se utilizan criterios morfológicos clásicos, así actualmente, la inclusión de datos cariológicos en revisiones de grupos taxonómicos resulta indispensable. Para dar una idea del importante papel a desempeñar por el número cromosómico en la taxonomía, repetiremos palabras de A. LÖVE (1.960): "Los cromosomas no son otros caracteres más, comparables a los externos morfológicos, que se usan en la determinación del material. Los cromosomas determinan los caracteres externos, mientras que tales caracteres no determinan los cromosomas". Por otro lado, es necesario ser muy prudente en la interpretación de los resultados y acordamos con A. FERNANDEZ (1.961) que "los caracteres cariológicos deben ser empleados en conexión con los procedentes de otras fuentes de información y será así como podrán contribuir de manera decisiva a la solución de muchas cuestiones".

La aplicación del método citotaxonómico es particularmente útil, en todos aquellos casos en los que la sola utilización de datos morfológicos, no permite la solución satisfactoria de los problemas taxonómicos. Además, las relaciones de parentesco entre grupos de especies afines, hoy

día difícilmente pueden considerarse como bien establecidas y definidas desde el punto de vista evolutivo, si no se dispone de buenos datos cariológicos que refuercen las conclusiones basadas en criterios morfológicos.

2. ANTECEDENTES HISTORICOS

El primer trabajo aparecido que contiene datos citológicos referidos al género Angelica es el de OGAWA (1.929), que aporta los números cromosómicos de las especies A. pubescens y A. sylvestris, con $2n = 22$ y el de una especie indeterminada que presentaba el número somático triploide 33.

Posteriormente son muchos los trabajos publicados que aportan números cromosómicos sobre numerosas especies del género. Entre ellos podemos citar los de SCHULZ-GAEBEL (1.930), MELDERIS (1.930), LÖVE & LÖVE (1.948, 1.956, 1.961), VAARAMA (1.949), GARDE & MALHEIROS-GARDE (1.949), POLYA (1.950), JØRGENSEN & al. (1.958), BELL & CONSTANCE (1.966), GADELLA & KLIPHUIS (1.966), KORDYUM (1.967), HEDBERG (1.967), PIMENOV & YARGINA (1.967), CAUWET (1.968), JOHNSON & PACKER (1.968), TAYLOR & MULLIGAN (1.968), GURZEN KOV & GOROVY (1.971), CRAWFORD & HARTMAN (1.972), QUEIROS (1.972).

Los recuentos efectuados hasta el momento, alrededor de 56, se refieren a unas 26 especies de las 110 que aproximadamente se reconocen para el género, y en su mayoría han sido realizados sobre material procedente de Rusia, Norte y Centroeuropa, y Norteamérica.

El número base del género es $X = 11$ (WANSCHER, 1.932).

que es también el más frecuente en la subfamilia Apiodeae.

Solo se conocen recuentos con $2n = 28$ para Angelica Gmelinii (DC.) M. Pimen. (PIMENOV & YARYGINA, 1.967), y A. lucida L. (TAYLOR & MULLIGAN, 1.968). Para estos mismos táxones se conocen recuentos con $2n = 22$ (COKOSTOBCKAD, 1.960; JOHNSON & PACKER, 1.968).

El número cromosómico tetraploide $2n = 44$, se conoce en A. sachalinensis Maxim. (PIMENOV & YARGINA, 1.967; GURZENKOV & GOROVY, 1.971) y A. cincta Boiss. (GURZENKOV & GOROVY, 1.971). En A. czernaevia (Fisch. & Mey.) Kitag. se conocen diploides (GURZENKOV & GOROVY, 1.971) y tetraploides (PIMENOV & YARYGINA, 1.967). El nivel de ploidia más elevado encontrado hasta el momento en el género es el hexaploide $2n = 66$.

Refiriéndonos en particular a las especies por nosotros estudiadas, los datos que conocemos son los siguientes:

VAARAMA (1.947) estudió material de A. pachycarpa Lge. obtenido de semillas del Hortus Bergianus (Estocolmo, Suecia), de las que no se indica procedencia, con $2n = 22$ cromosomas. Hasta el momento es el único recuento para esta especie de que tenemos noticia.

GARDE & MALHEIROS-GARDE (1.949), estudiaron la meiosis de A. archangelica L. en plantas del Jardín Botánico de Madrid, de las que no se indica procedencia. El número encontrado fué de $n = 11$, resultado que concuerda con los obtenidos por diversos autores.

CAUWET (1.968) publica el número de base $X = 11$ para A. razulii Gouan, siendo este el primer y único dato citológico conocido sobre la especie. El material procedía de Pirineos (monte Llaurenti). Aporta también los resultados de recuentos efectuados sobre material de A. sylvestris L., procedente de la región de Mont Luis (Francia). El número encontrado fué $2n = 22$.

QUEIROS (1.972), publica un recuento de $2n = 22$ cromosomas, efectuado sobre material de A. sylvestris L., procedente de San Jorge (Coimbra).

TABLA I

Números cromosómicos determinados anteriormente en las especies de Angelica estudiadas por nosotros.-

TAXON	n	2n	AUTORES
<u>A. Archangelica</u> L.	11		SCHULZ-GAEBEL (1.930)
			WANSCHER (1.931)
	11	22	LÖVE & LÖVE (1948, 1956, 1961)
		22	VAARAMA (1.949)
			GARDE & MALHEIROS-GARDE (1949)
			JØRGENSEN & al. (1.958)
		22	SKALINSKA, M. (1.959)
<u>A. sylvestris</u> L.	11		SORSA (1.962, 1.963)
		22	M. HINDAKOVA in MAJOVSKY & al. (1.974)
			OGAWA (1.929)
		22	MELDERIS (1.930)
			TISCHLER (1.934)
			DE LAY (1.947)
		22	VAARAMA (1.947)
			POLYA (1.950)
		22	LÖVE & LÖVE (1.956)
			SORSA (1.962, 1.963)
	11	22	GADELLA & KLIPHUIS (1.966)
			KORDYUM (1.967)
		22	CAUWET (1.968)
		22	QUEIROS (1.972)
		22	M. HINDAKOVA in MAJOVSKY & al. (1.974).
<u>A. pachycarpa</u> Lge.		22	VAARAMA (1.947)
<u>A. razulii</u> Gouan	11		CAUWET (1.968)

3. MATERIAL Y METODOS

La mayoría de las plantas estudiadas fueron recolectadas vivas en su habitat natural y trasplantadas a macetas. También en algunos casos hemos obtenido material por siembras en maceta de mericarpos maduros, de procedencia conocida. Unicamente en dos casos los frutos procedían de Jardines Botánicos.

Las técnicas de visualización y estudio de los cromosomas han sido descritas detalladamente en el punto 4, capítulo IV, de la presente memoria.

Siempre que los cromosomas en metafase mitótica aparecían bien diferenciados, hemos intentado establecer la fórmula cromosómica para esa determinada población. En el enunciado de las fórmulas cromosómicas hemos adoptado la terminología introducida por LEVAN & al. (1.964). Estos autores agrupan los cromosomas en seis clases en función de la razón R entre las longitudes de los brazos mayor y menor. Cuando para un par de cromosomas supuestos homólogos sobre la base de sus longitudes relativas y de sus R. próximas, los valores de R son próximos a los límites superior e inferior de dos clases consecutivas, hemos adoptado las categorías intermedias establecidas por KUPFER (1.974).

4. RESULTADOS

4.1. Angelica Archangelica L.

El material de esta especie que hemos estudiado, fué obtenido por cultivo de mericarpos procedentes del Botanischer Garten, Bremen (Alemania).

$2n = 22$ (Lam. 21, fot. 1). Estos resultados concuerdan con todos los obtenidos anteriormente por los diversos autores (Ver Tabla I).

En las metafases mitóticas de las plantas estudiadas, los cromosomas presentan un tamaño compendido entre $6 - 3 \mu m$.

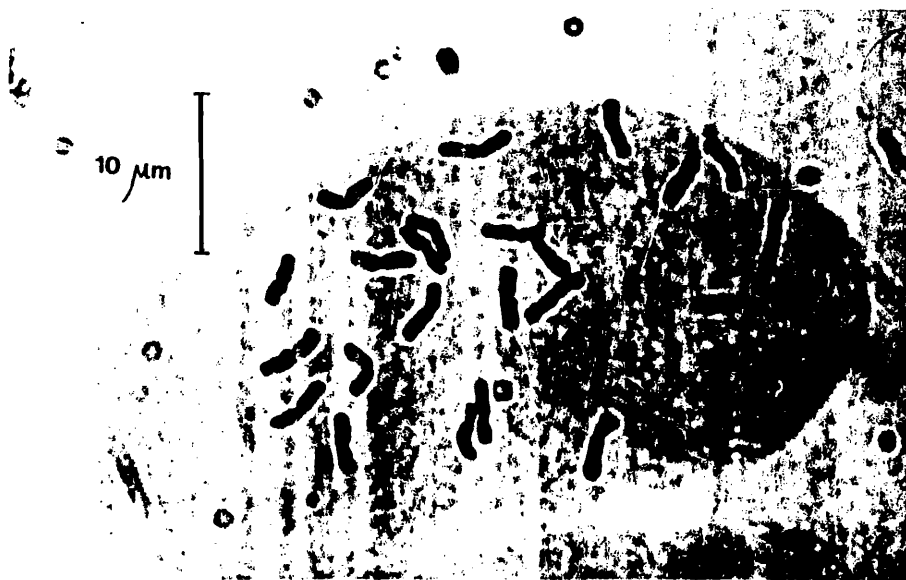
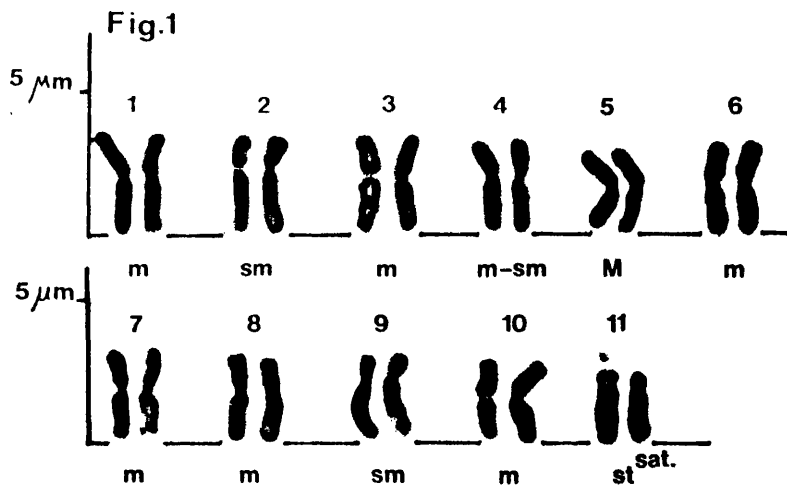
Observamos un par de cromosomas con el centrómero mediano (M), seis pares con el centrómero situado en la región mediana (m), un par con el centrómero situado en la zona intermedia entre la región mediana y submediana (m-sm) y un par con el centrómero en la región subterminal (st^{sat}) que está satelitizado. La fórmula cromosómica de acuerdo con estos datos, sería: $1M + 6m + 1(m-sm) + 2sm + st^{sat}$ (Lam. 21, fig. 1).

L A M I N A 21

Fig. 1. Cariótipo de A. archangelica L. No aparece el sa
télite en uno de los cromosomas de la pareja nú
mero 11, porque éste estaba situado en la fotogra
fía utilizada debajo de otro cromosoma.

Fot. 1. Metáfase somática de A. archangelica L. $2n = 22$
(Botanischer Garten, Bremen, Alemania).

LAMINA 21



Angelica archangelica L.

4.2. Angelica heterocarpa Lloyd.

Francia : bordes de arroyos entre Queimoncouso y Nantes, 29-IX-1.976, Figureau, Jardín Botánico de Nantes.

En esta especie endémica del SW. de Francia y por su morfología muy próxima a A. sylvestris L., hemos contado $2n = 22$ (Lam. 22, fot. 1, 2, 3 y 4). Según nuestras referencias bibliográficas, es la primera vez que se estudia su número.

El tamaño de sus cromosomas está comprendido en tre $5 - 3 \mu m$.

Los datos referentes a su cariótipo son los siguientes: un par de cromosomas con el centrómero mediano (M), siete pares con el centrómero en la región mediana (m), dos pares con el centrómero situado en la región submediana (sm) y un par con el centrómero submediano, que está satelitizado (sm^{sat}). La fórmula cromosómica es: $1M + 7m + 2sm + 1sm^{sat}$ (Lam. 22, fig. 1.).

L A M I N A 22

Fot. 1, 2, 3 y 4. Metáfases somáticas de Angelica hetero-
carpa Lloyd., $2n = 22$ (Queimoncouso a
Nantes, Francia).

Fig. 1. Cariótipo de A. heterocarpa Lloyd.

LAMINA 22

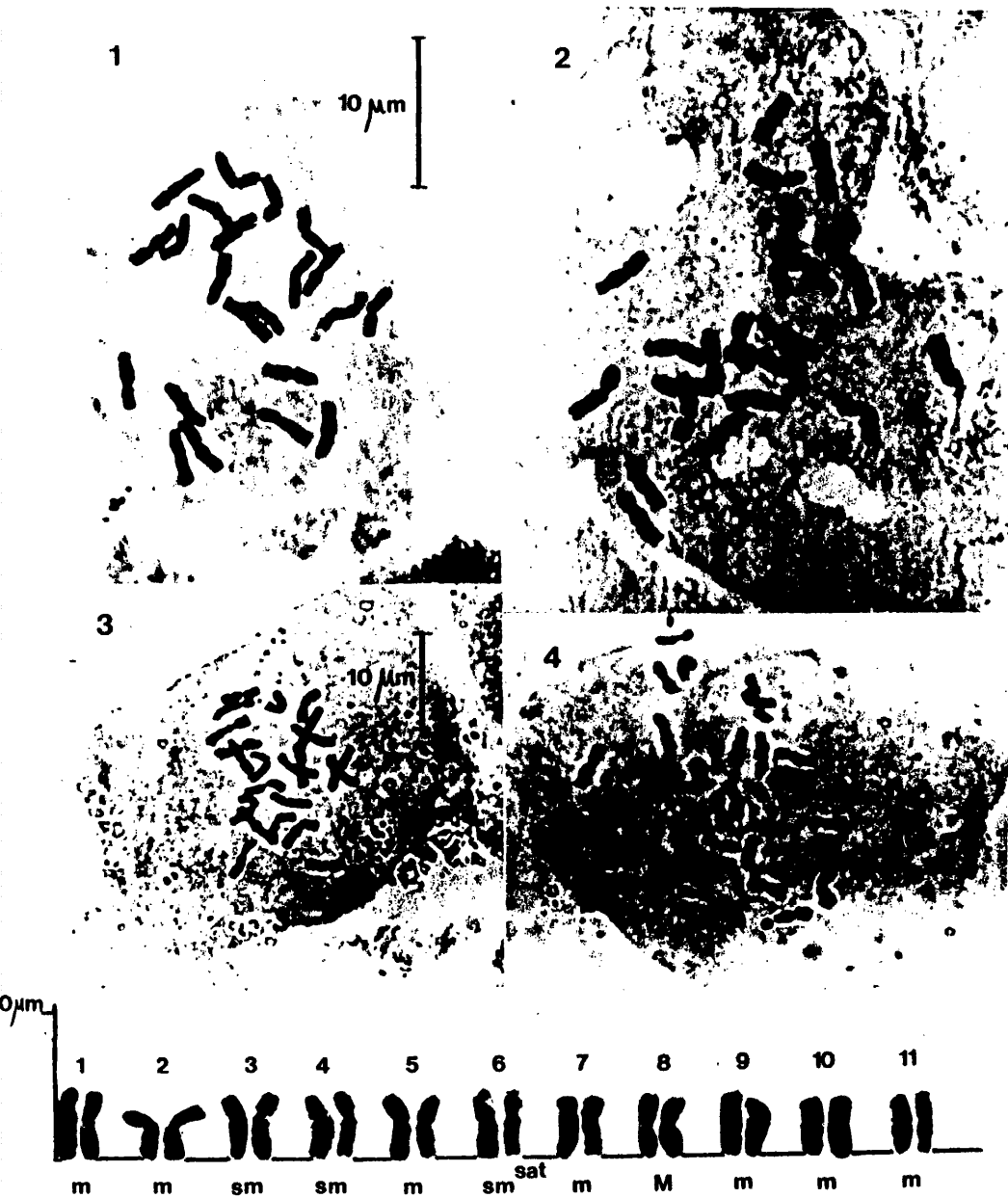


Fig.1

Angelica heterocarpa Lloyd

4.3. Angelica sylvestris L.

Población con $2n = 22$

Gerona : de Ribas de Freser a Planolas, cruce con Ventola, VIII-1.975, M. Gutierrez.

Población con $2n = 26$

Lérida : entre Riu de Santa Maria y Bellver, VIII-1.975, M. Gutierrez.

Los numerosos recuentos cariológicos anteriores realizados sobre este táxon, dan como único resultado $2n = 22$. Este resultado es el que hemos obtenido para el material procedente de la población situada entre Ribas de Freser y Planolas (Lam. 23, fot. 1, 2 y 3). El tamaño de los cromosomas está comprendido entre $5 - 4 \mu m$. Los datos referentes a su cariótipo son: dos pares de cromosomas con el centrómero mediano (M), cinco pares con el centrómero en la región mediana (m), un par con el centrómero situado en la zona intermedia entre la región mediana y submediana (m-sm), dos pares con el centrómero submediano (sm) y un par con el centrómero submediano que está satelitizado (sm^{sat}). Por tanto, la fórmula cromosómica es: $2M + 5m + m-sm + 2sm + 1sm^{sat}$. (Lam. 23, fig. 1).

En el material procedente de la población situada entre Riu de Santa Maria y Bellver, hemos contado 26 cromosomas en todas sus células (Lam. 24, fot. 1, 2, 3 y 4). El tamaño de los mismos está comprendido entre $4.5-3 \mu m$. Los datos referidos a su cariótipo son los siguientes: dos pares de cromosomas con el centrómero mediano (M), cinco pares con el centrómero

situado en la región mediana (m), un par con el centrómero en posición intermedia entre la región mediana y submediana (m-sm), cuatro pares con el centrómero en la región submediana (sm) y un par con el centrómero submediano que está satelitizado (sm^{sat}). Por tanto, su fórmula cromosómica es : $2M + 5m + m-sm + 4sm + sm^{sat}$.

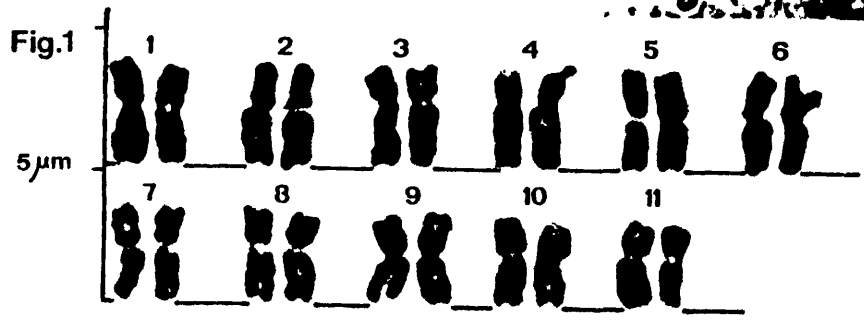
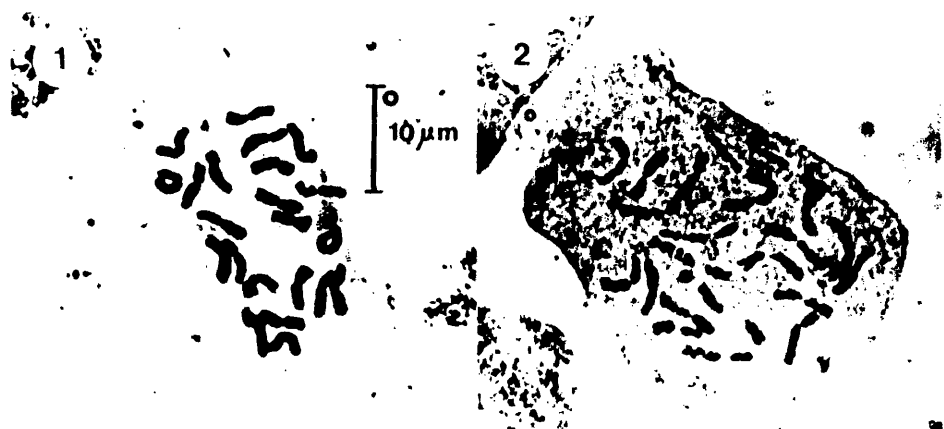
De la comparación de las fórmulas cromosómicas, correspondientes a ambas poblaciones, se deduce que la diferencia entre ellas está en que la primera presenta dos partes de cromosomas (sm) y la segunda cuatro pares (sm).

L A M I N A 23

Fot. 1, 2 y 3. Metáfases somáticas de A. sylvestris L.,
2n = 22 (De Ribas de Fresser a Planolas,
cruce con Ventola, Gerona).

Fig. 1. Cariótipo de dicha población de A. sylvestris L.

LAMINA 23



Angelica sylvestris L.

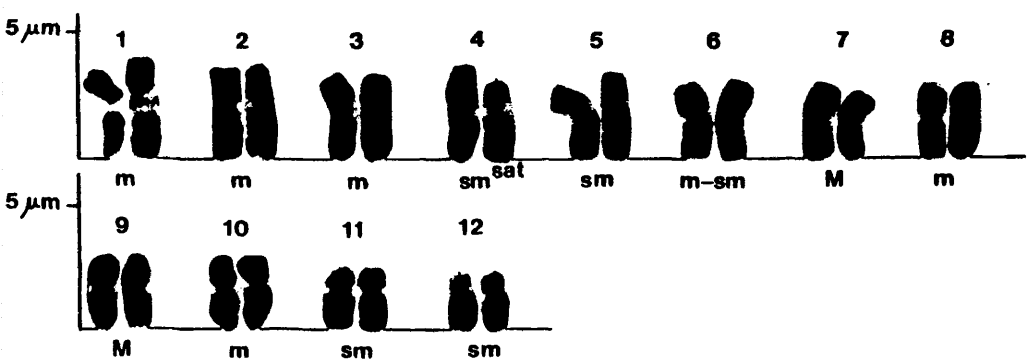
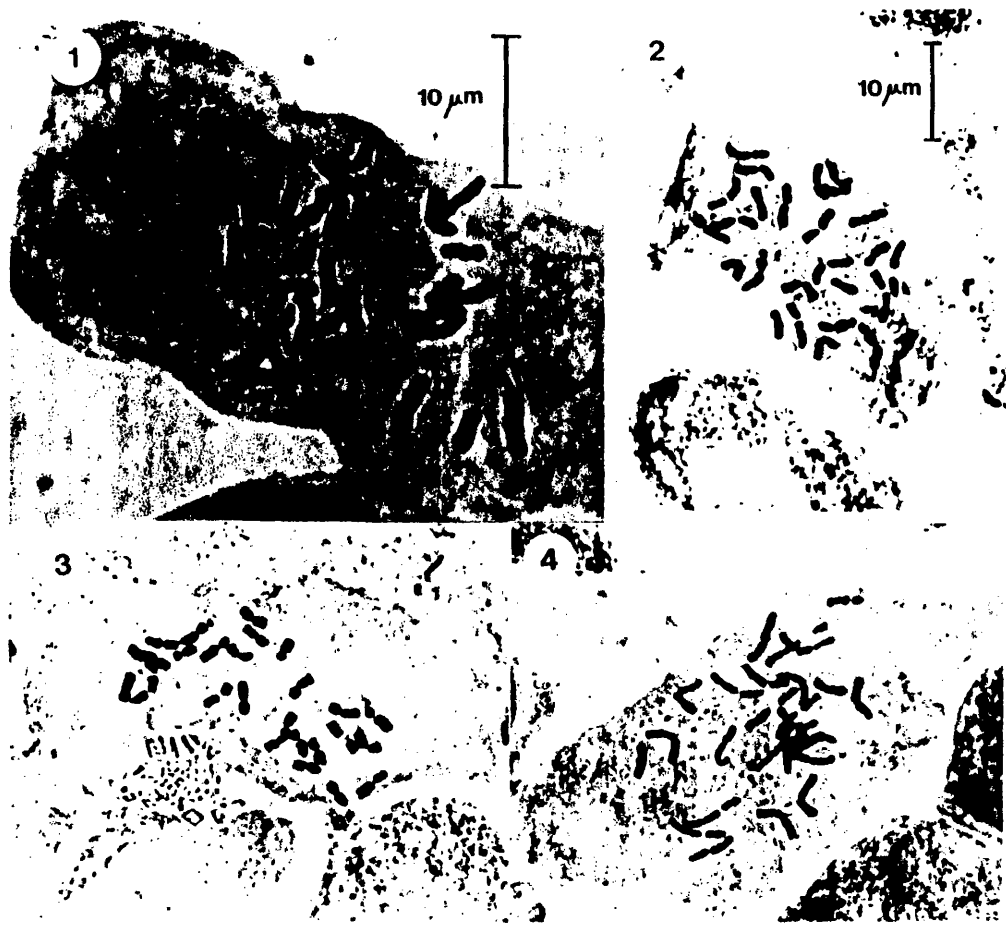
L A M I N A 24

Fot. 1, 2, 3 y 4. Metáfases somáticas de A. sylvestris L.,
2n = 26. (Riu de Santa María y Bellver,
Lérida).

Fig. 1. Cariótipo para esa misma población de A. sylvestris

05

LAMINA 24



Angelica sylvestris L.

4.4. Angelica razulii Gouan.

Navarra : entre Roncesvalles y Valcarlos, al borde de la carretera, VII-1.978, M. Gutiérrez.

$2n = 22$. (Lam. 25, fot. 1, 2, 3 y 4). Este resultado coincide con el publicado por CAUWET (1.968), hasta el momento el único que conocemos realizado sobre es ta especie endémica de Pirineos.

El tamaño de los cromosomas está comprendido en tre 4 - 3 μ m.

Aportamos los siguientes datos sobre su carióti po: un par de cromosomas con el centrómero mediano (M), seis pares con el centrómero en la región media na (m), dos pares con el centrómero situado en la zo na intermedia entre la región mediana y submediana (m-sm), un par con el centrómero en la región subme diana (sm) y un par con el centrómero submediano que está satelitizado (sm^{sat}). De acuerdo con estos datos su fórmula cromosómica es: $1M + 6m + 2(m-sm) + 1sm + 1sm^{sat}$. (Lam. 25, fig. 1).

L A M I N A 25

Fot. 1, 2, 3 y 4. Metáfases somáticas de A. razulii
Gouan, $2n = 22$ (Entre Roncesvalles
y Valcarlos, Navarra).

Fig. 1. Cariótipo de A. razulii Gouan.

LAMINA 25

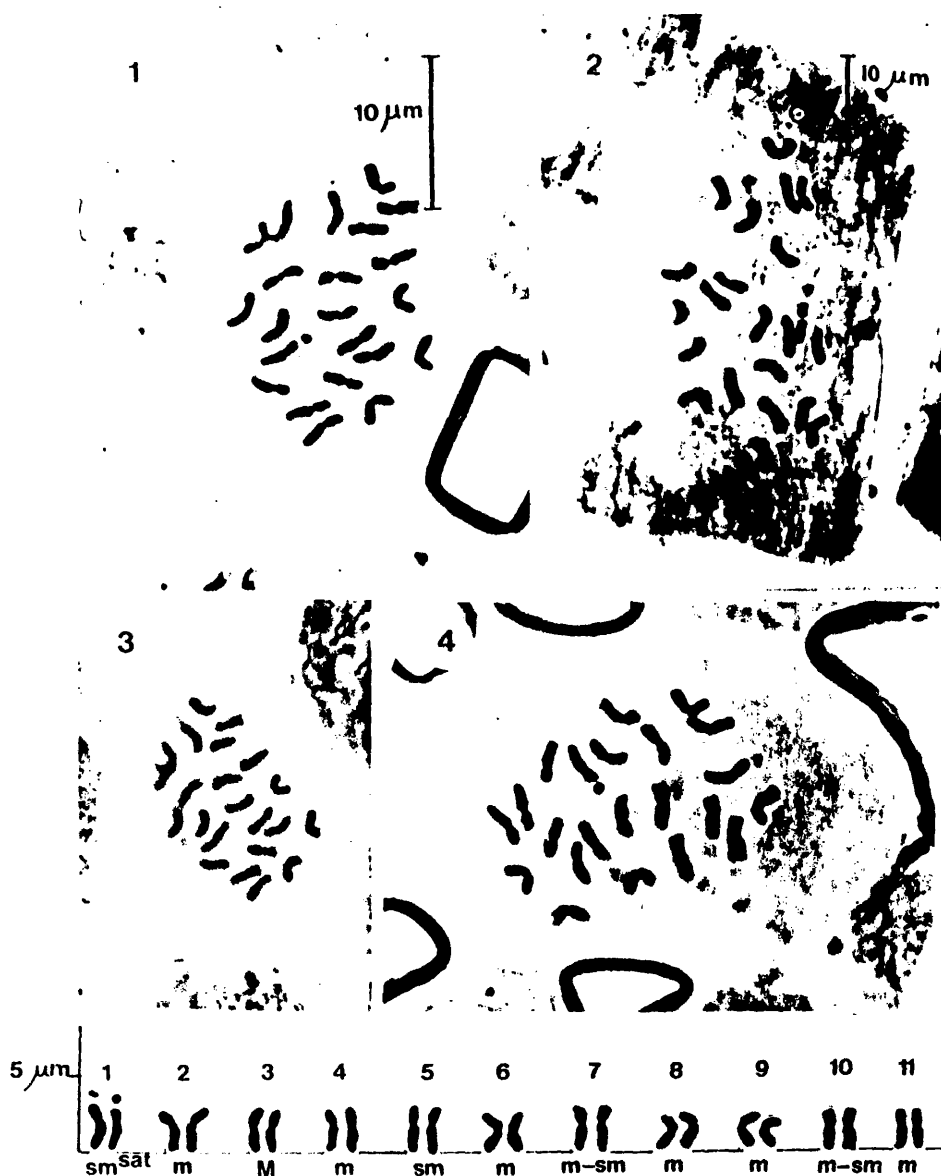


Fig.1

Angelica razulii Gouan

4.5. Angelica major Lag.

Asturias : Puerto del Acebo, en prados húmedos, 27-VII-1.977, M. Gutiérrez.

Beira Alta : de Manteigas a Poço do Inferno, a orillas del río Zézere, IV-1.977, M. Gutiérrez.

Lugo : Piornedo, Sierra de Ancares, 28-VII-1.977, M. Gutiérrez.

Madrid : Puerto de Somosierra, en prados húmedos, VI-1.976, S. Cirujano & M. Gutiérrez.

Soria : Molinos del Duero, a orillas del río Duero, VII-1.978, M. Gutiérrez.

Zamora : Pias, 10-IV-1.977, S. Castroviejo.

Todas las poblaciones estudiadas presenta $2n = 22$ cromosomas (Lam. 26, fot. 1, 2 y 3). No conocemos ningún estudio cariológico previo sobre este endemismo carpetano-ibérico-leonés.

El tamaño de los cromosomas está comprendido entre $3 - 2 \mu m$.

Para el total de poblaciones estudiadas, hemos observado: un par de cromosomas con el centrómero mediano (M), seis pares con el centrómero en la región mediana (m), un par con el centrómero en la zona intermedia entre las regiones mediana y submediana (m-sm),

dos pares con el centrómero submediano (sm) y un par con el centrómero submediano provisto de satélites (sm^{sat}). La fórmula cromosómica para dichas poblaciones es: $1M + 6m + 1(m-sm) + 2sm + 1sm^{sat}$. (Lam. 26, fig. 1).

L A M I N A 26

METAFASES SOMATICAS DE A. MAJOR LAG., $2n = 22$.

Fot. 1. Material procedente de Tejedo de Ancares (León).

Fot. 2 y 3. Material procedente del Puerto del Acebo (Asturias).

Fig. 1. Cariótipo de A. major Lag.

LAMINA 26

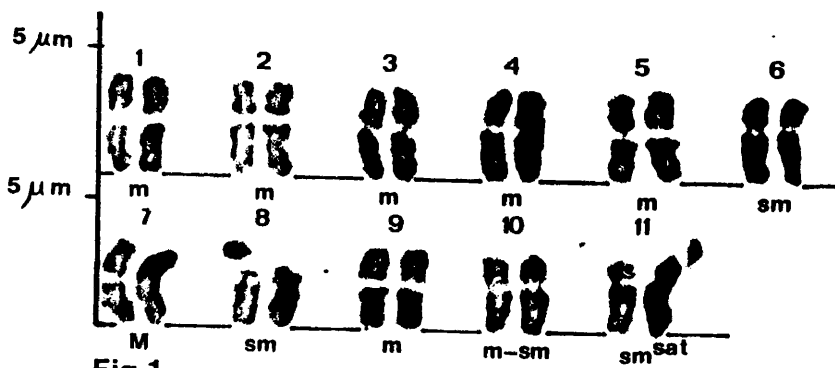


Fig. 1

Angelica major Lag.

4.6. Angelica pachycarpa Lge.

La Coruña : Punta de Finisterre, en suelo subnitrófi
lo, exposición S, 23-I-1.976, E. Valdés-Bermejo & S.
Castroviejo.

Ibid. : acantilados del Cabo de la Estaca de Bares,
VII-1.976, M. Gutiérrez.

Inglaterra : Royal Horticultural Society, Wisley.

$2n = 22$ (Lam. 27, fot. 1, 2 y 3). El único recuen
to que conocemos referido a esta especie es el de -
VAARAMA (1.947), realizado sobre material procedente
del Hortus Bergianus, Estocolmo (Suecia), de origen
desconocido. Respecto a la morfología de los cromoso
mas, VAARAMA (loc. cit.), observa que presentan un ta
maño algo menor que el de las otras especies por él
estudiadas.

En las placas metafásicas estudiadas, los cromoso
mas aparecen bastante contraídos (4-3 μ m.). Encontra
mos en todos los casos un par con el centrómero media
no (M), siete pares con el centrómero situado en la
región mediana (m), dos pares con el centrómero en la
región submediana (sm) y un par con el centrómero si
tuado en la región subterminal, que está satelitizado
(st^{sat}). De acuerdo con estos datos la fórmula cromó
sómica es: $1M + 7m + 2sm + 1st^{sat}$. (Lam. 27, fig. 1).

L A M I N A 27

METAFASES SOMATICAS DE ANGELICA PACHYCARPA LGE. $2n = 22$.

Fot. 1 y 3. Material procedente de la Punta de Finisterre (La Coruña).

Fot. 2. Material procedente del Cabo de la Estaca de Bares (La Coruña).

Fig. 1. Cariótipo de *A. pachycarpa* Lge. Uno de los cromosomas que integran la pareja número 3 aparece doblado.

LAMINA 27

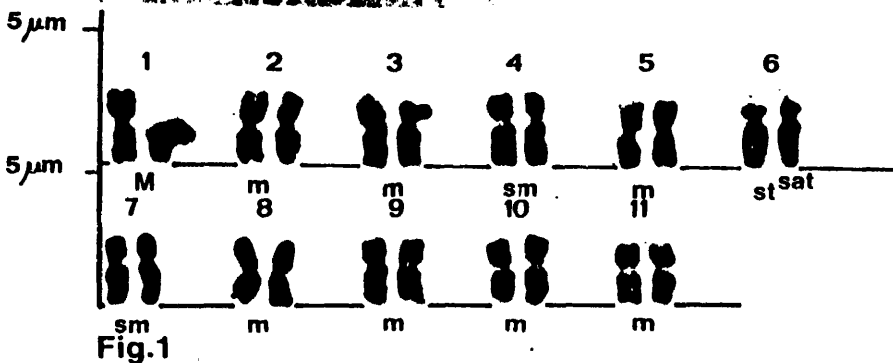
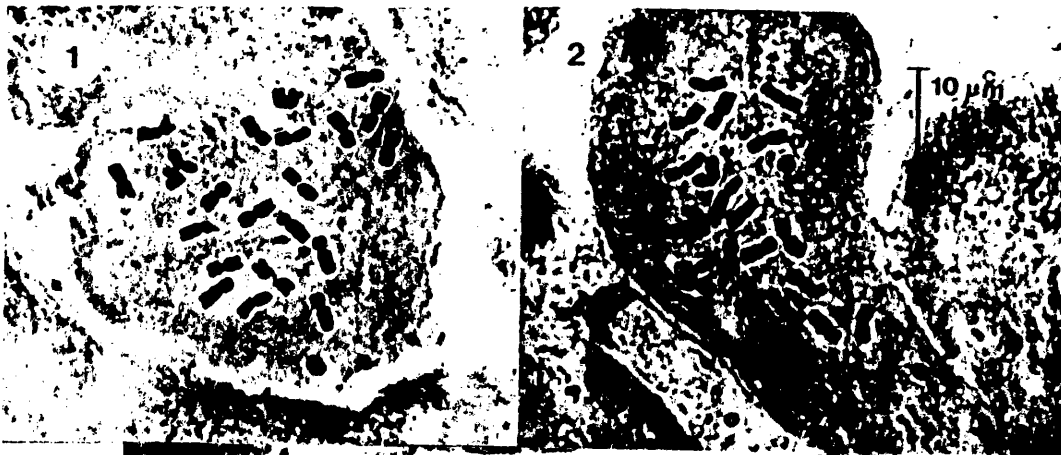


Fig.1

Angelica pachycarpa Lge.

5. COMENTARIO

De los datos aportados por la bibliografía se deduce que el número básico de cromosomas en el género Angelica es $X = 11$ y que en su mayoría, los numerosos recuentos efectuados para diversas especies del género dan como resultado el número diploide $2n = 22$. Sin embargo, se han encontrado variaciones cromosómicas intragenéricas e intraespecíficas debidas sobre todo a poliploidia y aneuploidia. En general, casi todos los autores atribuyen un papel predominante a la aneuploidia como mecanismo de diferenciación de las Apiodeae. En el caso particular del género que nos ocupa, el débil grado de poliploidia que presenta, es comparativamente igual al grado de aneuploidia, por lo cual pensamos que ninguno de los dos mecanismos es preponderante en la diferenciación del género.

En la especie A. sylvestris L., hemos contado dos números cromosómicos, $2n = 22, 26$. La población con $2n = 26$ no presenta diferencias fenotípicas apreciables respecto al resto de poblaciones estudiadas. Atribuimos a este número de $2n = 26$ un origen aneuploide y señalamos por tanto la existencia de razas cromosómicas en este táxon.

De la comparación de las fórmulas cromosómicas encontradas para los diferentes táxones, se deduce que no existen diferencias esenciales en lo que a la morfología de los cromosomas se refiere. Debemos señalar la gran semejanza entre los diferentes cariótipos y la presencia común de un par de cromosomas satelitizados.

VIII. ESTUDIO MORFOLOGICO

ESTUDIO MORFOLOGICO

Los caracteres morfológicos han sido desde siempre los más utilizados por el taxonomista, debido a su facilidad de observación que no requiere disponer de aparatos y técnicas complicadas.

En nuestro estudio hemos utilizado el conjunto de caracteres morfológicos que definen el género Angelica. Dichos caracteres se relacionan a continuación.

1. CARACTERES MORFOLOGICOS DEL GENERO

Ciclo vital: Todas las especies del género son bienales o perennes, provistas de rizoma más o menos desarrollado. El carácter de monocárpicas o policárpicas, así como la forma y posición del rizoma, han sido utilizados en la delimitación de secciones y subsecciones.

Porte: Plantas siempre herbáceas, de tallo robusto, erecto y fistuloso, ramificado en la parte superior, con la superficie desde finamente estriada a surcada. Unicamente las plantas de la sección Porphyroscias (Miq.) Gorovoi, no presentan el tallo fistuloso. En general, el tallo presenta pocas diferencias morfológicas entre especies, por lo que su valor taxonómico a este nivel es muy limitado.

Pilosidad: En la mayoría de las especies de Angelica, el envés de la hoja, la parte superior del tallo y la inflorescencia, presentan pelos sencillos, blancos, más o menos rígidos y de longitud variable. En algunas especies las plantas son glabras, mientras que en otras, las plantas son pubescente-cinéreas.

La presencia y distribución de los pelos en el envés de las hojas y en los radios de la umbela son caracteres que se mantie

nen relativamente constantes dentro de cada especie, por lo que se consideran de utilidad en su diferenciación.

Hojas: Las hojas son pecioladas, bipinnatisectas o tripinnatisectas, con textura que varía desde membranacea a gruesa y subcoriacea. En general, su contorno es aproximadamente triangular. Entre las especies ibéricas se puede separar A. razulii del resto, por sus hojas generalmente bipinnatisectas, solo en muy pocas ocasiones tripinnatisectas, mientras que en las otras especies las hojas son siempre tripinnadas.

Foliolos: Por su forma, los foliolos pueden ser ovados, oblongos, lanceolados y elípticos. En la mayoría de las especies es necesario precisar las diferencias entre el foliolo terminal y el resto. Asimismo, el margen de los foliolos puede ser regular o irregularmente serrado, o agudamente crenado.

Pecíolo: El pecíolo de la hoja, variable en longitud, puede ser canaliculado o no. Este carácter es constante para cada especie. La base de la hoja se encuentra ensanchada en una vaina, que rodea el tallo parcial o totalmente a nivel de los nudos. Los caracteres morfológicos de la vaina no poseen importancia taxonómica.

Flores: Las flores son regulares y su color es variable, desde blanco, verdoso-amarillento, rosado a púrpura y violeta.

El cáliz puede ser conspicuo o inconspicuo. Cuando es observable está reducido a cinco pequeños dientes agudos o redondeados.

La corola está formada por cinco pétalos iguales ovales o lanceolados, con el ápice incurvo.

El androceo está constituido por cinco estambres iguales, alternipétalos.

El gineceo está constituido por dos carpelos soldados en un solo

ovario, que lleva en el ápice el estilopodio y los dos estilos. El estilopodio es cortamente cónico y con el borde ondulado. Los estilos relativamente cortos, pueden ser patentes o recurvados.

Inflorescencia: Las flores se disponen en una umbela compuesta, es decir, en una umbela de umbélulas, que está constituida por un involucro de brácteas dispuestas en la base de los radios, alrededor del ápice del eje principal. Cada radio lleva en su ápice el involucelo constituido por el conjunto de bracteolas de la umbélula. Los radios de la umbélula reciben el nombre de pedicelos.

El involucro está constituido por escasas bracteas linear-lanceoladas, foliaceas, mucho más pequeñas que los radios y tempranamente caldizas, por lo que no suelen ser observables en las plantas bien desarrolladas.

Los radios varían ampliamente en número y en tamaño, siendo mayores los de la parte externa de la umbela. A veces son ensanchados en la base o ligeramente alados.

El involucelo está constituido por numerosas bracteas estrechas, persistentes. Se considera su tamaño en relación al de los pedicelos, es decir, si son menores, iguales o mayores que estos.

Fruto: El fruto como es común en todas las Umbelíferas, es un esquizocarpo o cremocarpo, separado en la madurez en dos mericarpos unidos a un carpóforo bipartido.

Los mericarpos, dorsalmente comprimidos, presentan un contorno que varía desde subrectangular, elíptico, oval a suborbicular. Constan de cinco costillas primarias, las tres dorsales desde escasamente prominentes a subaladas y las laterales prolongadas en alas de anchura variable. En las especies españolas la superficie está desprovista de pelos, mientras que algunas especies asiáticas pueden presentar pelos en la superficie de los meri

carpos.

Las vitas, que en las especies españolas son siempre seis, pueden ser visibles o no en la superficie.

2. MORFOLOGIA DEL FRUTO

Dada la gran importancia taxonómica de los caracteres morfológicos del fruto en la sistemática de las Umbelliferae, hemos abordado el estudio de dichos caracteres en un conjunto de 33 poblaciones perteneciente a los distintos táxones que existen en la Península Ibérica.

2.1. CARACTERES MORFOLOGICOS DE LOS MERICARPOS

Los caracteres morfológicos cualitativos que en el curso de nuestro trabajo se nos han revelado "buenos" o diferenciales taxonomicamente considerados, son los que relacionamos a continuación:

1. Contorno general del mericarpo: subrectangular .. SR
2. " " " " obovado OV
3. " " " " elíptico EL
4. Mericarpos atenuados en su base AB
5. " escotados en su base EB
6. " bruscamente estrechados en su base ... RB
7. Alas marginales delgadas, membranosas AM
8. " " gruesas AG
9. Borde de las alas con ondulaciones BO
10. " " " " sin " BR

11. Alas marginales más estrechas que la anchura del mericarpo	AME
12. Alas marginales iguales a la anchura del mericarpo	AMI
13. Alas marginales claramente mayores que la anchura del mericarpo	AMM
14. Costillas dorsales muy prominentes	CDP
15. " " poco prominentes, filiformes.	CDF
16. Vitas visibles en el dorso y en la comisura	VDC
17. " " solo en el dorso	VD
18. " " " " la comisura	VC

2.2. BIOMETRIA DE LOS MERICARPOS

Hemos realizado medidas de las dimensiones del fruto, sobre un conjunto de 32 muestras pertenecientes a los distintos táxones que viven en la península. Dichas medidas son las siguientes:

- Longitud del mericarpo desde la base del estilopodio hasta el punto de inserción del pedicelo (L).
- Anchura del mericarpo en la zona ecuatorial (A).

Con los datos obtenidos para cada muestra, hemos hallado la media de los parámetros P y A. Asimismo, hemos tenido en cuenta, tanto para P como para A, los siguientes datos numéricos, que a excepción del cociente P/A, se expresan en milímetros:

- . Valor máximo de L (L max.)
- . " mínimo de L (L min.)

- . Valor más frecuente de L (L f.)
- . " medio de L (\bar{L})
- . " máximo de A (A max.)
- . " mínimo de A (A min.)
- . " más frecuente de A (A f.)
- . " medio de A (\bar{A})
- . Relación L/A: cociente de \bar{L} por \bar{A} .

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Angelica sylvestris L.

<u>Muestra</u>	<u>Lmax.</u>	<u>Lmin.</u>	<u>FLmax.</u>	<u>\bar{L}</u>	<u>Amax.</u>	<u>Amin.</u>	<u>FAmay.</u>	<u>\bar{A}</u>	<u>L/A</u>
AV02	6.0	3.5	4.0	4.94	5.0	3.5	4.5	4.38	1.13
AV05	7.0	4.5	6.0	5.28	6.5	4.0	4.5	4.66	1.13
AV01	6.5	4.5	6.0	5.74	5.0	3.5	4.5	4.46	1.29
AV06	5.0	3.5	4.5	4.54	4.5	3.0	4.0	4.00	1.13
AV07	7.0	4.5	5.0	5.42	5.5	3.5	4.5	4.28	1.28
AS03	5.5	4.5	5.0	4.92	4.5	3.5	4.0	4.06	1.21
AS05	5.0	3.5	4.0	4.14	3.5	3.0	3.0	4.06	1.21
AS11	6.5	5.0	6.0	5.86	4.0	3.0	3.5	3.48	1.68
AS12	7.0	5.0	6.0	6.06	5.0	3.5	4.5	4.28	1.42
AS13	5.5	4.0	4.5	4.66	3.0	2.0	2.5	2.64	1.77

Mericarpos de contorno subrectangular o elíptico, desde atenuados a truncados en su base, con un tamaño comprendido entre 7.5 - 3.5 mm. de largo, por 6 - 2 mm. de ancho. Alas marginales de anchura variable, pudiendo ser más estrechas o más anchas que los mericarpos, de borde recto u ondulado. Costillas poco prominentes, en ocasio

nes filiformes. Mericarpos maduros con vitas visibles en el dorso y en la comisura. Valor de la razón P/A comprendido entre 1.13 y 1.77.

2.3.2. Angelica razulii Gouan

<u>Población</u>	<u>Lmax.</u>	<u>Lmin.</u>	<u>Lfc.</u>	<u>L</u>	<u>Amax.</u>	<u>Amin.</u>	<u>Afc.</u>	<u>A</u>	<u>L/A</u>
AR01	9	6.5	8	8	6	4.5	5	5.32	1.50
AR05	7.5	5.5	7	6.72	6	4	5	4.60	1.46
AR08	6	4.5	5	5.4	5	3.5	4	4.06	1.33
AR09	8	6.5	7	7.26	6	4.5	5.5	5.34	1.36

Mericarpos de contorno elíptico u obovado, de 9 - 4.5 mm. de ancho, atenuados en su base, con las alas marginales gruesas, que ocasionalmente presentan el borde ondulado y generalmente de menor anchura que los mericarpos. Costillas dorsales poco prominentes, filiformes. Las vitas son visibles siempre en el dorso, y a veces en la comisura. El valor de la razón P/A está comprendido entre 1.33 - 1.50.

2.3.3. Angelica major Lag.

<u>Poblacion</u>	<u>Lmax.</u>	<u>Lmin.</u>	<u>Fmax.</u>	<u>L</u>	<u>Amax.</u>	<u>Amin.</u>	<u>Fmax.</u>	<u>A</u>	<u>L/A</u>
AL01	7	4.5	6	5.90	5.5	3.5	4.5	4.48	1.32
AL02	6	5	5.5	5.68	4	3.5	3.5	3.72	1.53
AL03	7	4	6	5.70	6.5	3.5	4.5	4.66	1.22
AL04	9	6.5	8	8.04	5	3	4.5	4.44	1.81
AL07	8.5	6	7	6.74	5	3	4	4.30	1.57
AL11	7	5.5	6	6.00	4	3	3.5	3.56	1.69
AL12	6	4.5	5	5.30	5	2.5	4.5	4.28	1.24
AL13	6	4	5.5	5.42	5	3.5	3.5	4.04	1.34
AL14	6	4.5	5	5.28	5	3.5	4.5	4.30	1.23
AA05	7.5	6	6.5	6.24	5.5	3.5	4	4.10	1.75
AM03	7	5.5	6.5	6.42	5.5	3.5	4	4.10	1.57
AM04	8	6.5	7	7.12	6	5	5.5	5.60	1.29

Mericarpos de contorno obovado, atenuados en su base.

Su tamaño, muy variable, está comprendido entre 9 - 4 mm. de largo por 6.5 - 2.5 mm. de ancho. Las alas marginales son gruesas, con el borde recto y claramente más estrechas que la anchura de los mericarpos. Costillas dorsales muy prominentes. El caracter de visibilidad o invisibilidad de las vitas depende en gran medida del grado de madurez del fruto, siendo casi siempre visibles en la comisura y sólo a veces en el dorso.

El valor de la razón P/A está comprendido entre 1.22 y 1.81.

2.3.4. Angelica pachycarpa Lge.

Los datos numéricos obtenidos para las cinco muestras estudiadas, pertenecientes a cinco poblaciones distintas de esta especie, son:

<u>Población</u>	<u>Lmax.</u>	<u>Lmin.</u>	<u>Lfc.</u>	<u>L</u>	<u>Amax.</u>	<u>Amin.</u>	<u>Afc.</u>	<u>A</u>	<u>L/A</u>
APO2	11	7.5	10	9.46	9	5.5	8	7.58	1.27
APO6	11	8	9.5	9.66	9	5.5	8	7.72	1.25
APO7	8	5.5	7.5	7.24	8	4.5	7	6.80	1.06
APO8	9.5	6	7.5	7.20	8.5	4.5	6.5	6.36	1.13
APO9	7	4.5	6.5	5.72	6	3.5	4.	4.56	1.25

Mericarpos de contorno obovado, profundamente escotados en su base, de color pardo brillante. Su tamaño oscilla entre los 11 - 4.5 mm. de largo por 9 - 3.5 mm. de ancho. Pericarpio muy grueso. Alas marginales también gruesas, con el borde recto, claramente menores que la anchura de los mericarpos. Costillas dorsales muy prominentes. Vitas siempre invisibles en la comisura. Valor de la razón P/A comprendido entre 1.06 - 1.27.

2.4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

1. La especie A. sylvestris es la más heterogénea en lo que a la morfología de sus frutos se refiere. Por el contrario, las otras especies estudiadas presentan gran uniformidad en la morfología de sus mericarpos.

2. Los mericarpos con las costillas dorsales menos prominentes corresponden a A. razulii. Este hecho se relaciona claramente con los resultados anatómicos obtenidos, ya que esta especie es la que presenta el mesocarpo de las costillas dorsales, integrado por menor número de capas.
3. Es A. pachycarpa la única especie ibérica que presenta mericarpos con vitas siempre invisibles. Esto se explica claramente haciendo referencia a la anatomía del fruto, ya que es la única especie que posee células lignificadas en el mesocarpo que se sitúa en la cara externa de las vitas. Estas células, por ser sus paredes muy resistentes, no se destruyen ni en el fruto muy maduro.
4. El carácter de visibilidad o invisibilidad de las vitas en la superficie externa del mericarpo, que como hemos visto presenta variaciones en la mayoría de las especies, es necesario relacionarlo siempre con el grado de madurez del mismo, ya que como vimos en el estudio anatómico, el proceso de maduración del fruto va acompañado de la destrucción más o menos total del parénquima mesocárpico situado en la cara externa de las vitas. Cuando este tejido se ha destruido, las vitas aparecen visibles al exterior.
5. La especie que posee frutos de mayor tamaño es A. pachycarpa y los de menor tamaño corresponden a algunos ejemplares de A. sylvestris.

Cuadro 2. Caracteres morfológicos de los maricarpas

Caracteres	Muestras																																		
	AP-02	AP-06	AP-07	AP-08	AP-09	AR-01	AR-05	AR-08	AR-09	AL-01	AL-02	AL-03	AL-04	AL-07	AL-11	AL-12	AL-13	AL-14	AA-03	AA-05	AA-03	AM-03	AM-04	AV-02	AV-05	AV-01	AV-06	AV-07	AS-03	AS-05	AS-06	AS-11	AS-12	AS-13	
SR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
OV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
RB	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AG	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BO	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ANE	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AMT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AMM	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CDP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CDP	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VDC	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VD	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
VC	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ = presencia; - = ausencia; 0 = no observado

L A M I N A 28

FOTOGRAFIAS EN VISTA DORSAL DE LOS MERICARPOS DE:

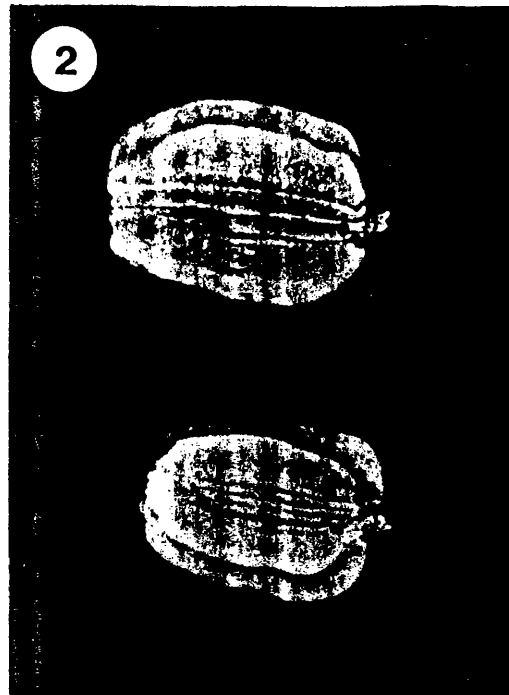
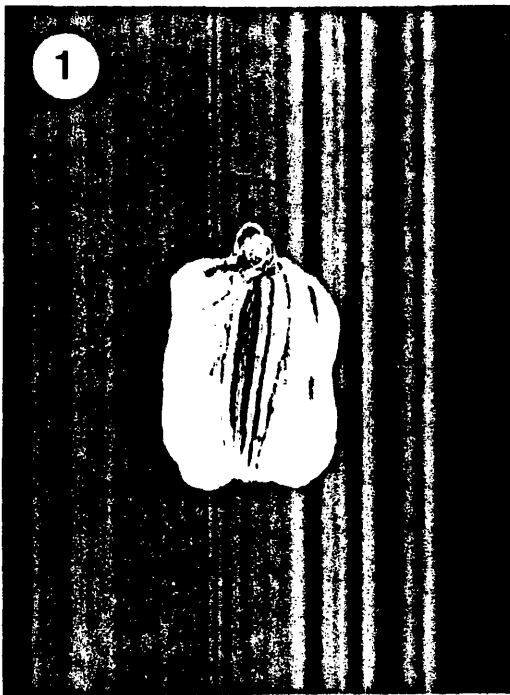
Fot. 1. Angelica sylvestris L.

Fot. 2. Angelica razulii Gouan

Fot. 3. Angelica major Lag.

Fot. 4. Angelica pachycarpa Lge

LAMINA 28



3. TAXONOMIA NUMERICA

La taxonomía numérica se puede considerar como un método automático de clasificación. Su fin es poner en evidencia afinidades taxonómicas, por medio de diversas técnicas matemáticas y a partir de una matriz de datos, donde figuran un número casi ilimitado de poblaciones y de caracteres. La utilización del ordenador no es estrictamente obligatoria para algunos de los métodos de la taxonomía numérica. En todos los casos es necesario codificar los datos de manera inteligible para el ordenador. Este último aplicará, según un programa preestablecido, los cálculos sucesivos autorizando el agrupamiento de las U.T.O. y (o) de los caracteres en función de estos datos.

Los métodos de sistemática automática se proponen establecer una clasificación partiendo de un conjunto de estados de caracteres que tendrían todos el mismo peso. El principio sobre el que reposa la taxonomía numérica es " la no jerarquización a priori". No niegan la jerarquía de ciertos caracteres, pero postulan que esta no puede ser establecida más que al final de los cálculos.

3.1. CODIFICACION

3.1.1. UNIDADES TAXONOMICAS OPERACIONALES (U.T.O.)

La codificación de las U.T.O. estudiadas es muy simple. Cada U.T.O. es designada por dos letras seguidas de dos cifras.

- Las dos letras corresponden, la primera a la inicial del nombre del género y la segunda a la inicial del epíteto de la especie; la subespecie o la variedad, tal como fueron establecidas por los autores anteriores.

- Las dos cifras últimas, corresponden al número atribuido a las poblaciones tal como se indica en la relación completa de muestras estudiadas y que constituye el apartado 1.3 del Capítulo IV.

3.1.2. CARACTERES

Los caracteres morfológicos que utilizamos son "caracteres complejos", es decir, que presentan más de dos estados. Además, estos caracteres complejos pueden ser de dos clases.

- Los que presentan una variación discontinua con varios estados, por ejemplo, número de radios de la umbela.
- Los que tienen variación continua, por ejemplo, dimensiones donde la exactitud no depende más que de nuestra precisión al realizar las mediciones.

Para que todos estos caracteres tan heterogéneos puedan ser manejados por un ordenador, es necesario transformarlos en caracteres que posean n estados discontinuos.

Para codificar estos caracteres con n estados discontinuos en un sistema binario presencia-ausencia, los hemos disociado en n caracteres elementales, correspondientes a cada uno de los n estados discontinuos del carácter precedente. Es decir, cada "carácter complejo" se ha disociado en n caracteres elementales que presentan variación discontinua con dos estados, presencia-ausencia.

Hemos elegido el sistema binario de codificación, por ser el que presenta menos problemas de manejo, ya que el orden de los caracteres no tiene influencia en la codificación.

La relación completa de caracteres morfológicos utilizados es la siguiente:

Tallo: 1, glabro; 2, pubescente en su parte superior.

Hojas: 3, glabras en el envés; 4, pubescentes en el envés solo sobre la nerviación; 5, densamente pubescentes en el envés; 6, lustrosas en el haz; 7, bipinnatisectas; 8, tripinnatisectas.

Foliolos: 9, foliolo terminal trilobulado; 10, foliolo terminal ovado; 11, foliolo terminal oval, oblicuamente truncado en la base; 12, foliolo terminal elíptico; 13, foliolo terminal lanceolado; 14, foliolos ovados; 15, foliolos oblongos; 16, foliolos lanceolados; 17, foliolos elípticos; 18, foliolos decurrentes en el raquis; 19, únicamente el foliolo terminal decurrente.

Margen de los foliolos: 20, regularmente serrado; 21, irregularmente serrado; 22, crenado mucronado; 23, ápice de los dientes del margen, hialino.

Pecíolo: 24, canaliculado.

Vaina: 25, glabra en su cara externa.

Umbela: Diámetro de la umbela fructificada comprendido entre: 26, (5-10 cm.); 27, (11-15 cm.); 28, (16-20 cm.);

29, (21-25 cm.); 30, umbela mayor de 25 cm.

Radios: Número de radios comprendido: 31, (15-30); 32, (31-45); 33, (46-60); 34, (61-75); 35, más de 75 radios; 36, radios glabros; 37, radios pubérulo-escabros en su cara interna y glabros en la externa; 38, radios pubescentes en su cara interna y glabros en la externa; 39, radios pubescentes en todo su contorno.

Bracteolas: 40, presentes; 41, número de bracteolas comprendido entre 2-16; 42, número de bracteolas comprendido entre 16-30; 43, bracteolas glabras.

Pedicelos: 44, pedicelos puberulentos; 45, pedicelos iguales o mayores que las bracteolas.

3.2. MÉTODOS DE SOKAL & SNEATH

Algunos de los métodos propuestos por SOKAL & SNEATH (1.973), no utilizan obligatoriamente el ordenador; sirven únicamente para establecer una relación entre las unidades taxonómicas operacionales. La semejanza entre las mismas viene definida por diferentes coeficientes:

- Coeficientes de distancia, que nos dan la medida de la desemejanza.
- Coeficientes de asociación, que miden la similitud entre las U.T.O.

Las agrupaciones puestas en evidencia por aplicación de estos métodos se presentan por medio de matrices de sombreado diferencial o por dendrogramas de jerarquía taxonómica (fenogramas).

3.2.1. COEFICIENTE DE CONCORDANCIA SIMPLE DE SOKAL & MICHENER

En nuestro caso hemos elegido para medir la similitud entre las U.T.O., el coeficiente de concordancia simple de SOKAL & MICHENER (S_{SM}), que se establece entre dos unidades taxonómicas operacionales. Su fórmula es:

$$S_{SM} = \frac{m}{m+u}$$

m = número de concordancias positivas y negativas.

u = número de discordancias.

El valor de S_{SM} varía entre 0 (para las U.T.O. que no tienen ningún carácter común) y 1 (U.T.O. que son idénticas). Expresa la mayor o menor semejanza existente entre las U.T.O. comparadas, tomadas de dos en dos.

En nuestro trabajo hemos utilizado este método para el análisis de cuarenta y siete poblaciones que pertenecen a los distintos táxones reconocidos por otros autores en la Península, lo que significa que para cada taxon, especie, subespecie, variedad, hemos estudiado más de una población.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de este método los hemos representado en una matriz de sombreado diferencial, donde los triángulos de similitud se obtienen reagrupando los sombreados más densos en las zonas más próximas a la diagonal, por permutación de filas y columnas.

3.2.2. INDICE DE LA DISTANCIA DE SOKAL & SNEATH

El cálculo de las distancias taxonómicas entre las diferentes U.T.O. se ha realizado mediante la aplicación del índice de la distancia de SOKAL & SNEATH (D_{ss}). Su fórmula es:

$$D_{ss} = 1 - \frac{a}{a+2n}$$

a = número de concordancias positivas

b = número de discordancias.

Este índice es aplicable a caracteres codificados en un sistema binario presencia - ausencia, por lo que ha sido necesario transformar los caracteres morfológicos complejos, en caracteres simples con solo dos estados.

El presente método de cálculo de la distancia implica la no jerarquización de los caracteres considerados, es decir, se considera que todos tienen el mismo peso.

La matriz de datos que nos ha servido para el cálculo de las distancias es la misma que hemos utilizado en el cálculo del coeficiente de concordancia simple de SOKAL & MICHENER.

La representación gráfica de los resultados obtenidos se ha realizado mediante una matriz de sombreado diferencial, lo que nos va a permitir la comparación inmediata de estos resultados con los obtenidos anteriormente mediante el cálculo del coeficiente de concordancia

cia simple de SOKAL & MICHENER. Por otra parte, las matrices de sombreado diferencial permiten una mejor interpretación del orden linear de las U.T.O. próximas, se encuentran alejadas arbitrariamente, se pueden identificar fácilmente gracias a su sombreado diferencial en contraste con su "entorno inmediato", fuera de los triángulos de similitud.

3.3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos por aplicación de ambos coeficientes, el de concordancia simple de SOKAL & MICHENER y el índice de la distancia de SOKAL & SNEATH, aparecen representados por medio de matrices de sombreado diferencial (Fig. 9 y 10).

Los triángulos de similitud obtenidos por la primera operación ponen en evidencia las agrupaciones naturales siguientes:

1. U.T.O. pertenecientes a A. pachycarpa Lge. (APO1, APO2, APO3, APO5, APO6).
2. U.T.O. pertenecientes a A. razulii Gouan (ARO1, ARO2, ARO3, ARO4, ARO5, ARO6, ARO7, ARO8).
3. U.T.O. determinadas por diversos autores como pertenecientes a los táxones A. laevis Gay, A. major Lag. y A. angelicastrum Coutinho (ALO1, ALO2, ALO3, ALO4, ALO5, ALO6, ALO7, ALO8, AAO1, AAO2, AAO3, AAO5, AMO1, AMO2, AMO3, AMO4).

4. U.T.O. pertenecientes a A. sylvestris L. (AV01, AV02, AV03, AV04, AV05, AV08, AS01, AS02, AS03, AS04, AS06, AS07, AS08, AS09, AS10, AS12, AS13).

Las agrupaciones naturales obtenidas mediante el cálculo del índice de la distancia de SOKAL & SNEATH, son las mismas que en el caso anterior.

La comparación de los resultados obtenidos en ambos casos, nos permite afirmar que estos son análogos y que por tanto dependen poco del coeficiente elegido para medir la semejanza entre las diferentes U.T.O. (Ssm o Dss, aún cuando uno mida la similitud y otro la distancia entre las U.T.O. consideradas.

En cuanto a los caracteres morfológicos utilizados podemos afirmar que constituyen excelentes caracteres diagnósticos.

[illegible]

- Ausencia: 2 - Presencia

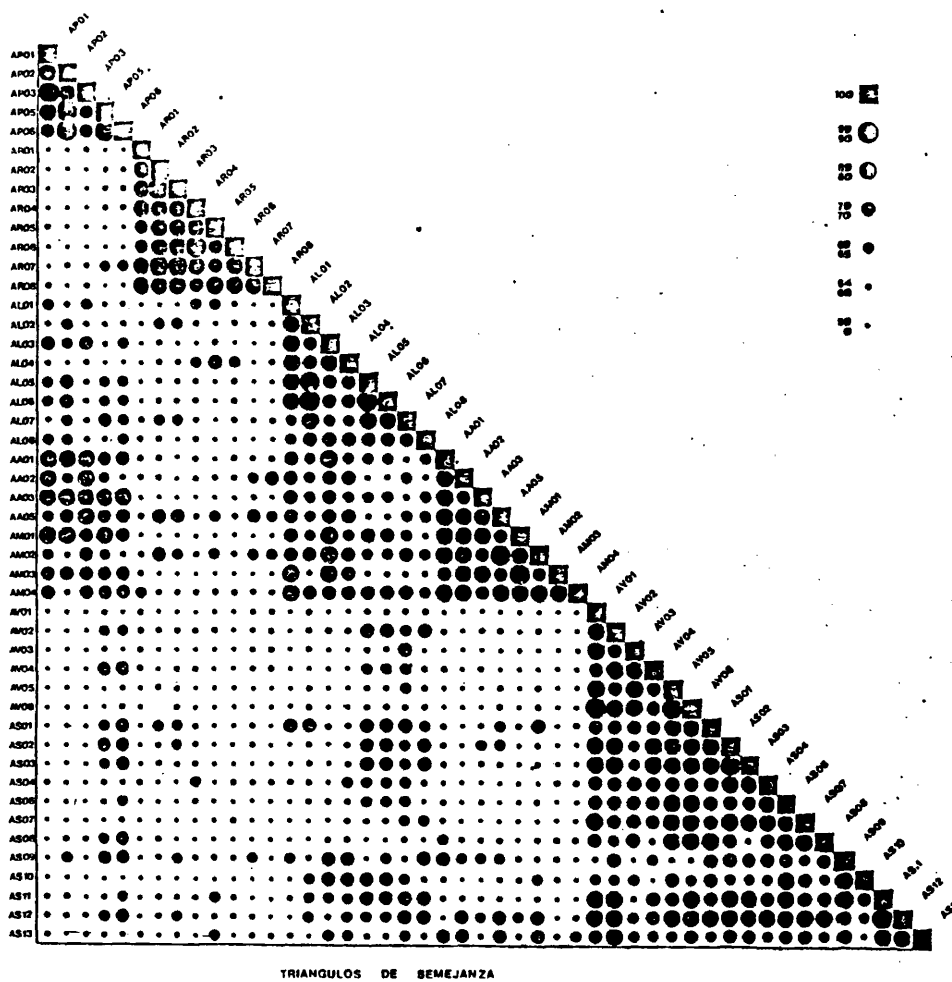


Fig. 9. Matriz de sombreado diferencial para el conjunto de caracteres morfológicos de 47 poblaciones. Índice de Concordancia simple de Sokal & Michener.

RESUS	AUIP	AUQP	AUJP	AUSP	AC6P	AULR	AU2R	AQ3R	AQ4R	AU5R	AQ6R	Q07R	AQ8R	AQ1L	AQ2L	AQ3L	AQ4L	AQ5L	AQ6L	AQ7L
00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37								

AU9L	20
AU9L	21
AU9L	22
AU9L	23
AU9L	24
AU9L	25
AU9L	26
AU9L	27
AU9L	28
AU9L	29
AU9L	30
AU9L	31
AU9L	32
AU9L	33
AU9L	34
AU9L	35
AU9L	36
AU9L	37
AU9L	38
AU9L	39
AU9L	40
AU9L	41
AU9L	42
AU9L	43
AU9L	44
AU9L	45
AU9L	46
AU9L	47
AU9L	48
AU9L	49
AU9L	50
AU9L	51
AU9L	52
AU9L	53
AU9L	54
AU9L	55
AU9L	56
AU9L	57
AU9L	58
AU9L	59
AU9L	60
AU9L	61
AU9L	62
AU9L	63
AU9L	64
AU9L	65
AU9L	66
AU9L	67
AU9L	68
AU9L	69
AU9L	70
AU9L	71
AU9L	72
AU9L	73
AU9L	74
AU9L	75
AU9L	76
AU9L	77
AU9L	78
AU9L	79
AU9L	80
AU9L	81
AU9L	82
AU9L	83
AU9L	84
AU9L	85
AU9L	86
AU9L	87
AU9L	88
AU9L	89
AU9L	90
AU9L	91
AU9L	92
AU9L	93
AU9L	94
AU9L	95
AU9L	96
AU9L	97
AU9L	98
AU9L	99
AU9L	100

MUTENNE DES DISTANCES 000000 00

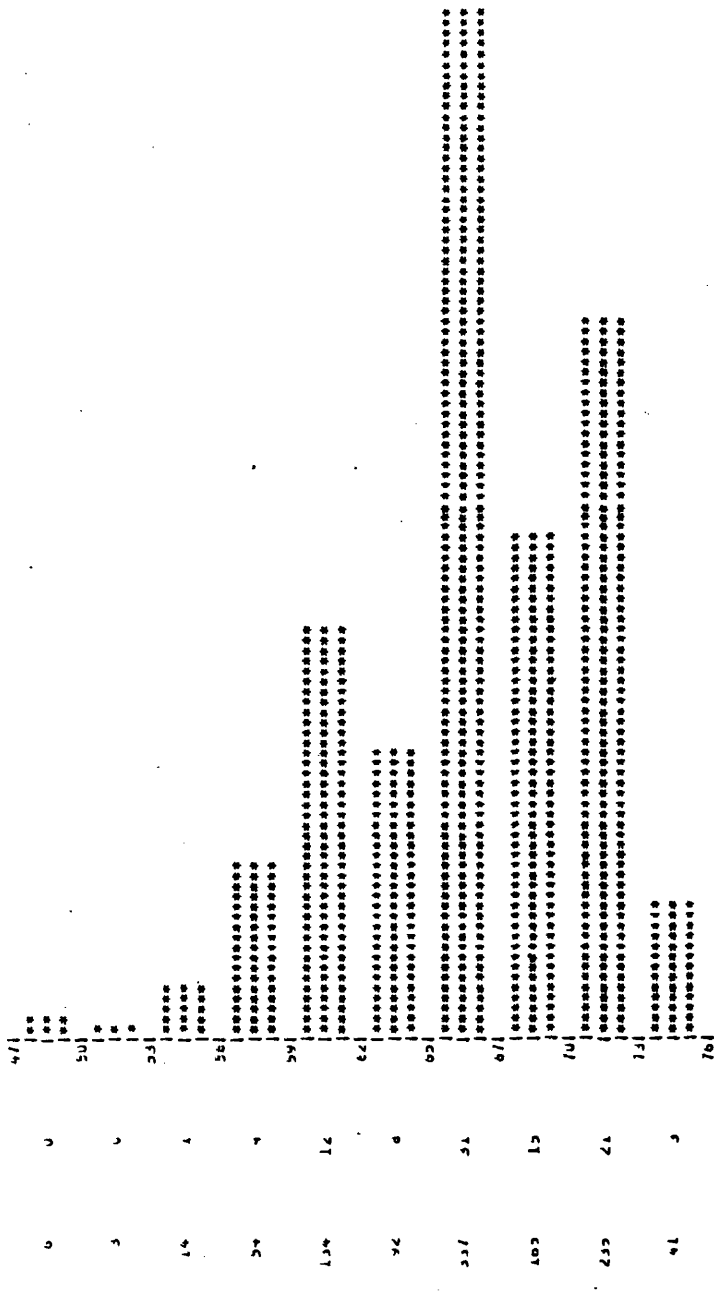
MUTENNE DES CARRÉS DES DISTANCES 004300 00

VARIANCE DES DISTANCES 002570-02

LENIER DU MURGE DES DISTANCES 001000 02

HISTOGRAMME DE LA DISTANCE

MOYENNE FREQUENCE BURNES



[illegible]

NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

Year	1	2	3	4	5	6
Aug 1	1	1	1	1	1	1
Aug 2	1	1	1	1	1	1
Aug 3	1	1	1	1	1	1
Aug 4	1	1	1	1	1	1
Aug 5	1	1	1	1	1	1
Aug 6	1	1	1	1	1	1
Aug 7	1	1	1	1	1	1
Aug 8	1	1	1	1	1	1
Aug 9	1	1	1	1	1	1
Aug 10	1	1	1	1	1	1
Aug 11	1	1	1	1	1	1
Aug 12	1	1	1	1	1	1
Aug 13	1	1	1	1	1	1
Aug 14	1	1	1	1	1	1
Aug 15	1	1	1	1	1	1
Aug 16	1	1	1	1	1	1
Aug 17	1	1	1	1	1	1
Aug 18	1	1	1	1	1	1
Aug 19	1	1	1	1	1	1
Aug 20	1	1	1	1	1	1
Aug 21	1	1	1	1	1	1
Aug 22	1	1	1	1	1	1
Aug 23	1	1	1	1	1	1
Aug 24	1	1	1	1	1	1
Aug 25	1	1	1	1	1	1
Aug 26	1	1	1	1	1	1
Aug 27	1	1	1	1	1	1
Aug 28	1	1	1	1	1	1
Aug 29	1	1	1	1	1	1
Aug 30	1	1	1	1	1	1
Aug 31	1	1	1	1	1	1

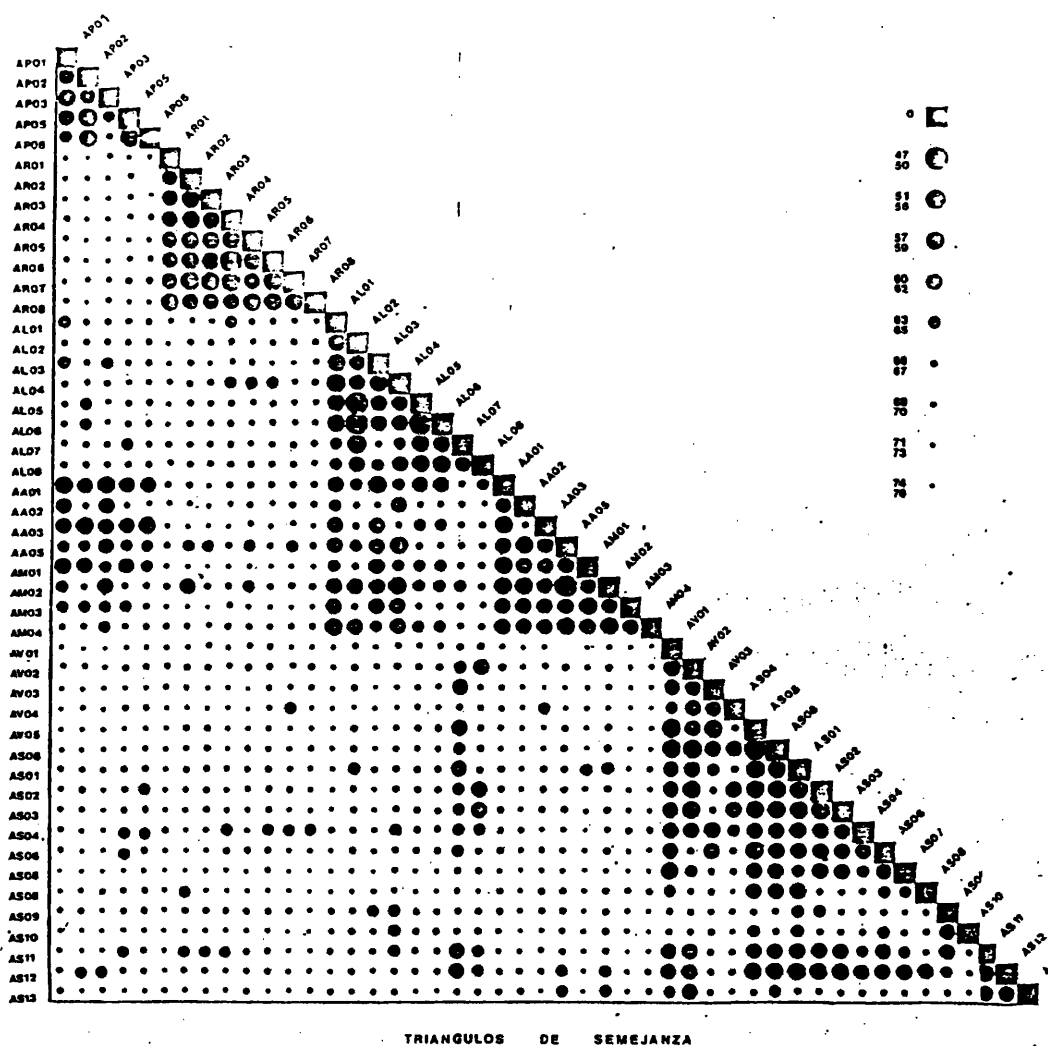


Fig. 10. Matriz de sombreado diferencial para el conjunto de C_i caracteres morfológicos de 47 poblaciones. Índice de la distancia de Sokal & Sneath (Dss).

IX. SINOPSIS DE LAS ESPECIES DEL GENERO ANGELICA L.

PRESENTES EN LA PENINSULA IBERICA

1. CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Pecíolo canaliculado. Foliolos ampliamente ovados o elípticos, de 3-12 X 2-8 cm., los inferiores peciolulados y generalmente bilobados, con los dientes del margen hialinos en el ápice. Flores de blanco-rosáceas a fuertemente púrpuras..... 1. A. sylvestris L.

1. Pecíolo no canaliculado, es decir, con sección circular. Foliolos lanceolados, ovados u oval-lanceolados, de 2-10 X 0,8-5 cm., sésiles incluso los inferiores, dientes del margen con el ápice no hialino. Flores blancas o amarillo-verdosas..... 2.

2. Flores blancas. Hojas inferiores en general bipinnatisectas, muy raramente tripinnatisectas, con foliolos lanceolados, los terminales decurrentes, con el margen serrado y dientes de igual tamaño, cinéreo-pubescentes en el envés..... 2. A. razulii Gouan

2. Flores amarillo-verdosas. Hojas inferiores siempre tripinnatisectas, con foliolos ovales, los terminales trilobulados, con el margen crenado-mucronado o irregularmente dentado, glabros o con pelos solo sobre los nervios del envés..... 3.

3. Hojas no lustrosas, solo pubescentes sobre la nerviación del envés. Radios de la umbela glabros o pubescentes solo en su cara interna. Mericarpos maduros no brillantes; vitas visibles solo en el dorso..... 3. A. major Lag.

3. Hojas lustrosas en el haz, completamente glabras en ambas páginas. Radios de la umbela pubescentes en toda su superficie. Mericarpos de color pardo brillante, con el pericarpo grueso. Vitas no visibles.....
- 4. A. pachycarpa Lge.

2. ENUMERACION DE LAS ESPECIES2.1. ANGELICA SYLVESTRIS L., Sp. Pl. 251 (1.753)Synonyma:Selinum sylvestre Grantz, Stirp. Austr. 1:177 (1.772)Selinum angelica Roth, Tent. Fl. Germ. 1:133 (1.778)Selinum pubescens Moench, Meth. 80 (1.794)Athamanta silvestris Web. in Wigg. Prim. Fl. Holsat. 26 (1.780)Angelica montana Brot., Fl. Lusit. 1:426 (1.804)Angelica sylvestris L. var. elator Wahlemb., Carpath. 84 (1.814)Angelica villosa Lag., Gen. Sp. Nov. 12 (1.816)Angelica pratensis Presl, J. & C., Fl. Cech. 61 (1.819), non M.B.Angelica montana Gaudin, Fl. Helv. 2: 341 (1.828)Angelica nemorosa Ten., Fl. Nap. t. 231, Syll. 561 (1.831)Angelica macrophylla Schur, Enum. Transsilv. 262 (1.865)Angelica sylvestris L. var. villosa (Lag.) Lange, in Willk. & Lange, Prodr. Fl. Hisp. 3:46 (1.874)Peucedanum angelica Caruel in Parl. Fl. Ital. 8:28 (1.889)Angelica elator Fritsch, Exkursionsfl. Osterr. (1.897)

Angelica sylvestris L. var. montana (Brot.) Samp., Fl. Port. 435 (1.914)

Angelica sylvestris L. f. villosa (Lag.) Coutinho, Fl. Port. 541 (1.913)

Angelica sylvestris L. f. o var. ceretanica Sennen, Bull. Soc. Bot. France. 63:127 (1.916)

Angelica apiifolia Sennen, Bull. Soc. Bot. France. 63:127 (1.916)

Angelica zapaterii Pau, in herb. 1903

Descripción

Perenne; tallo de 70-200 cm. de altura, de 1-2,5 cm. de diámetro, fistuloso, poco ramificado, verde o teñido de púrpura, glabro o más frecuentemente pubescente en las proximidades de la umbela. Hojas bi-tripinnatisectas, con peciolo largo y acanalado, de contorno triangular, lámina de las hojas inferiores de 30-60 cm. de longitud y de anchura ligeramente mayor, foliolos de 2,5-12 cm. de largo, 1-8 cm. de ancho, ovados, oblongos o elípticos, margen irregularmente serrado, dientes mucronados con el margen hialino, el superior ligeramente decurrente, glabros o pubescentes en el envés. Umbelas de 15-75 radios, pubescentes; involucro ausente o con 1-2 bracteadas lineares, glabras o pubescentes, en ocasiones más largas que los pedicelos; pedicelos puerulentos; pétalos blanco-rosados a fuertemente púrpura; mericarpos de contorno subrectangular o elíptico, desde atenuados a truncados en su base, de 7,5-3,5 mm. de largo,

por 6-2 mm. de ancho; alas marginales de anchura variable, pudiendo ser más estrechas o más anchas que los mericarpos, de borde recto u ondulado; costillas poco prominentes, en ocasiones filiformes; mericarpos maduros con vitas visibles en el dorso y en la comisura.

Número cromosómico

$2n = 22$ (OGAWA, 1.929; MELDERIS, 1.930; TISCHLER, 1.934; DELAY, 1.947; VAARAMA, 1.947; POLYA, 1.950; LOVE & LOVE, 1.956; SORSA, 1.962, 1.963; GADELLA & KLIPHUIS, 1.966; KORDYUM, 1.967; CAUWET, 1.968; QUEIROS, 1.972; HINDAKOVA, 1.974).

Corología

Elemento eurosiberiano, que alcanza la región Siberiana oriental y penetra ligeramente en la Mediterránea. En la Península Ibérica, por lo que conocemos (Mapa nº 1), es común en los sectores de la subprovincia Cantabro-Atlántica (Galaico portugués, Galaico asturiano y Cantabro euskaldún). Asimismo, es frecuente en los pisos montañoso, subalpino y supramediterráneo pirenaicos y en el sector Vallesano-Ampurdanés. En Portugal, además del área septentrional galaico-portugués (Región Eurosiberiana) existe en los sectores Beirense litoral, Divisorio portugués, Estrellense, y aunque escaso en el Tagano sadense. En el interior peninsular es poco común, salvo en las montañas silíceas de alta precipitación. Existe en los sectores: Bejarano gredense, Guadarrámico, Celtibérico alcarreño e Ibérico soriano.

Ecología

En la región Eurosiberiana se halla en los pisos bioclimáticos colino y montano (alguna vez puede alcanzar el piso subalpino), sobre suelos gleyzados meso-eútrofos con humus anmoor, de textura arenolimoso o ligeramente arcillosa. Prefiere los prados hidromorfos (Molinetalia), aunque puede hallarse también a la sombra de bosques caducifolios higrófilos (Alno-Padion) o formando parte de vegetación megafórbica en riberas (Filipendulion). En los enclaves de la Región Mediterránea busca también los suelos encharcados y húmedos en verano, comportándose desde el punto de vista fitosociológico, de forma análoga. Se la considera como una especie característica del orden Molinetalia

Material examinado

ESPAÑA

ASTURIAS : Castropol y Luarca, 12-VII-1.968, J. Borja & Mansanet, (sub. A. sylvestris L. ssp. villosa (Lag.) nov. comb.), MAF 76324; San Cristobal, Luarca, 7-IX-1.972, T.E. Diaz, FCO; Trevías, Luarca, 20-VI-1.973, T.E. Diaz, FCO; Cadavero, Luarca, 29-VII-1.972, T.E. Diaz, FCO; río Cubia, La Mata, Grado, 18-VIII-1.976, J. Lastra, FCO; de Santa María a Berció, Grado, 20-VII-1.976, J. Lastra, FCO; río Nalón, San Pelayo, Grado, 10-IX-1.976, J. Lastra, FCO; entre la Vega y Muriellos, Riosa, Sierra del Aramo, 3-IX-1.972, F. Navarro, FCO; Pola de Lena y Pravía, sin fecha, Lagasca (sub. A. atropurpurea L.), MA 88288; Pola

de Lena y Pravla, sin fecha, Lagasca, MA 88333; Veruña, 11-V-1.913. C. Martinez, MA 88332; Cangas de Tineo, 21-VIII-1.935, Durieu, K; Tazones, 3-VI-1.975, M. Gutiérrez.

BARCELONA : Orillas del Aguaslimpias, Sallent, 18-IX-1.917; H. del Villar, MAF 57670, MAF 57671; bordes del río Ter, San Quirico de Besora, 24-VII-1.960, C. Desora, BC 144575; delta del Tordera, 1.946, P. Montserrat, BC 617239; Malgrat, 9-VII-1.947, P. Montserrat, BC 617240; San Antoni de Vilamajor, 5-VII-1.917, Montserrat Garriga, BC 24561; riera de Picamena, Montseny, 29-VIII-1.948, A. y O. de Bolós, BC 108409; entre San Celoni y Campins, 21-XII-1.947, A. y O. de Bolós, BC 108538; Campins, Montseny, 12-IX-1.934, F. Sennen (sub. A. sylvestris L. var. o ssp. microptera Sennen), MAF 526677.

CACERES : La Garganta, 13-VIII-1.976, Fernandez Diez, MAF 96221.

LA CORUÑA : Riberas del río Ulla, 20-VIII-1.882, J. Lange, COI (Herb. Willkomm); Caaveiro, 3-VIII-1.973, S. Castroviejo.

GERONA : Camino dels Enamorats, Campodrón, 22-VIII-1.921, J. Cuatrecasas, MAF 52675, MAF 526-76; Vall del Catllar, 31-VII-1.929, H. del Villar, MAF 57669; Sils Maria, 29-VII-1.899, Dr. Touton, MAF 52684; río Tordera, Hostalrich, 9-VIII-1.940, Lleusa, BC 102099; riera de Santa Coloma de Farnés, 23-VI-1.945, Font Quer, BC 102100; Juertas, la Garrotxa, 4-V-1.950, A. de Bolós, BC 114595; San

Roc, Olot, la Garrotxa, VIII-1.925, A. de Bolós, BC 602805, BC 602834, BC 602837, BC 602838; Prat de Setcas, sin fecha, J.M. Barnades, BC 60490; Setcasas, 22-VII-1.922, J. Cuatrecasas, BC 24558; Santuario de Nuri, 7-VIII-1.924, J.M. Barnades, BC 604992; de Ribas de Freser a Caralps, 2-VIII-1.924, J.M. Barnades, BC 603986; Requesens, VIII-1.879, Dr. F. Trémols, MA 88345; San Privat de Bas, VIII-1.878, A.C. Costa, BC 613305; de Ribas de Freser a Planolas, VIII-1.975, M. Gutiérrez.

GUIPUZCOA : Tolosa, VII-1.876, E. Furuñdarena, MAF 52659; Irún, 5-XI-1.912, Hno. H. Elias, MA 88340; San Sebastian, VII-1.897, Dr. J. Mas y Guindal, MAF 62968; Caserío Elore mendi, Gañekoa, barrio Elosúa, Vergara, 2-IX-1.975, J. Loidi.

HUESCA : Arañones, valle de Canfranc, 7-VIII-1.942, Rivas Goday, MAF 93375; Aragüés del Puerto, 10-VIII-1.969, Lavati, JACA; faja Gallinero, circo de Cotatuero, valle de Ordesa, 17-VIII-1.971, P. Montserrat, JACA; cementerio de Jaca, 9-VIII-1.969, P. Montserrat, JACA; orillas del río Aragón, 11-VII-1.969, J. Alvarez, JACA; carión de Añisclo, 2-VIII-1.975, P. Montserrat, JACA; Ibid., 6-IV-1.972, P. Montserrat, JACA; río Osia, 25-VIII-1.972, Lavati, JACA.

LERIDA : Caldas de Bohí, 24-VII-1.944, Bolós y Font Quer, BC 94815; Benés, 9-VIII-1.954, F. Masclans, BC 126787; de Riu de Santa Maria a Bellver, VIII-1.975, M. Gutierrez; Aubert, VIII-1.975, M. Gutiérrez; San Lorenzo de Tahüll, VIII-1.975, M. Gutiérrez.

212.-
LOGROÑO : Ezcaray, 10-IX-sin año, Zubia, MA 88335; haye
do de Tobia, 3-VII-1.979, Rivas - Martinez & al.

MADRID : Santa Maria del Paular, 12-IX-1.855, M. Will
komm, COI (Herb. Willkomm).

NAVARRA : Belagua, 5-V-1.971, L. Villar, JACA; Roncesva
lles - Burguete, V-I.786, L. Nee, MA 88298; rio Urrobi,
cruce de Burguete a Garralda, VII-1.978, M. Gutierrez;
de Roncesvalles a Valcarlos, VII-1.978, M. Gutierrez.

PONTEVEDRA : San Adrián, Vilaboa, X-1.976, S. Castrovie
jo, MA 196488; Huertas de Marín, 7-IV-1.932, Gonzalez Al
bo, MA 88342.

SANTANDER : San Vicente de la Barquera, VIII-1.963, J.
Borja y Rivas - Martinez, MAF 69627, MA 179181; cerca de
Comillas, 7-X-1.951 y 15-VI-1.952, P. Lainz, (cent. VIII,
VI-1.954, s. 228. 6082. 1), MA 169158, MAF 52672, BC
601026, BC 126561; Prados de Liérganes, 18-III-1.974, D.
Gonzalez, MAF 90843; in pratis, IX-1.852, J. Lange, COI
(Herb. Willkomm); Cabuérniga, sin fecha, Salcedo, MA
88352; Galizano, 27-IX-1.949, E. Guinea, K, MA 164834.

TERUEL : Huertas de Albarracín, VII-1.961, J. Borja, MAF
69626; Ibid., 1-X-1.967, J. Borja y Rivas Goday, MAF
69376; Sierra de Albarracín, sin fecha, Zapatero, MA
88334; Tramacastilla, VIII-1.903, C. Pau (sub. A. zapate-
rii Pau), MA 88297.

VIZCAYA : Somorrostro, sin fecha, Salcedo, MA 88286; Le

queitio, carretera de Murélagu, 14-VIII-1.947, E. Guinea, MA 164833; Baquio, camino de San Juan de Gasteluache, 6-VIII-1.941, E. Guinea, K. MA 164832; Miravalles, 27-IV-1.915, Hno. H. Elias, BC 24560, MA 88348, MA 88349; Garay, 17-X-1.975, M. Tellería y C. Navarro; Arrazola, 3-I-1.976, M. Tellería y C. Navarro; Ochandiano, 3-X-1.977, C. Navarro; Urberoaga, 24-VIII-sin año, Zubia, MA 88748.

PORTUGAL

BEIRA ALTA : Nuestra Senhora do Desterro, Serra da Estrêla, 29-VIII-1.938, W. Rothmaler, COI, LISE 5124; Guarda, Faia, VII-1.885, M. Ferreira, COI; San Mormae, Serra da Estrêla, sin fecha, J. Batalha, LISU 27998; Serra do Desterro, VIII-1.881, J. Daveau, LISU 28009, LISU 28010; Azenha, orillas del río Mondego, Celorico da Beira, VI-1.884, A. R. da Cunha, LISU 28003.

BEIRA LITORAL : Montemor-o-Velho, 3-X-1.950, J. Matos y A. Matos, COI; puente de la Cidreira, Coimbra, VIII-1.900, J.L. Mendes Pinheiro, COI, LISU 28007, LISU 28008; Choupal ao Pradrão, Coimbra, VIII-1.900, M. Ferreira, COI, MA 88329; Ponte da Rata, proximidades de Agueda, 23-X-1.932, F. de Sousa, COI; Aveiro, Salreu, 19-VIII-1.954, B. Rainha, LISE 45333; márgenes del río Vouga, Cacia, Aveiro, 20-VIII-1.954, B. Rainha, LISE 45344; alrededores de A veira Carrazolla, X-1.917, F. Mendes, LISU 27999; Mortágua, IX-1.937, Branquinho Oliveira, LISE 4110; campos de Vouga, Cacia, 10-IX-1.939, A.R.P. Silva,

LISE 6576; Montemor-o-Velho, entre Montemor y Alfarelos, 7-X-1.961, M. da Silva, LISE 63784; Albegania-a-Velha, 4-VIII-1.961, B. Rainha, LISE 65799.

BEIRA BAIXA : Pampilhosa da Serra, IX-1.887, J. Enriquez, COI.

DOURO LITORAL : Travança al puente de Rasa, 23-X-1.932, Mendoça, COI; alrededores de Porto (Villar, Lordello, etc.), sin fecha, E. Schmitz, COI, LISE 13122, LISU 28006; alrededores de Porto, Quebrantoes, IX-1.887, A. Muller, COI; junto al Duero, Campanha, Porto, IX-1.878, J. de Mariz, LISU 28005.

ESTREMADURA : Foz do Arelho, Caldas da Rainha, 10-IX-1.960, B. Rainha, COI, LISE 64229; Obidos, 9-IX-1.960, B. Rainha, COI, LISE 64241; San Martinho do Porto, IX-1.961, B. Rainha, LISE 65853; Setubal, proximidades de Aguas de Moura (E.N.10, Km. 57), 27-XI-1.974, P. Silva et al., LISE; Rio Maior, 31-VIII-1.961, B. Rainha, LISE 65842.

MINHO : Viana do Castelo, proximidades de Meadela, 20-IX-1.961, B. Rainha, BC 606126, LISE 65947; Braga, prox. Soutelo, rio Homen, 26-IX-1.961, B. Rainha, LISE 65999; Cabeceiras de Basto, VIII-1.883, J. Enriques, COI; entre San Bento da Porta Aberta e Coride, 9-VII-1.948, B. Fernandes y F. Sousa, COI; Caldas de Vizela, IX-1.883, J. Enriques, COI; Insalde, Padronelo, VIII-1.916, C. Pereira, COI; Póvoa de Lanhoso, IX-1.894, G. Sampaio, COI; alrededores de Vizela, VII-1.889, A. Velloso, COI; Paredes

do Coura, 7-X-1.962, B. Rainha, LISE 72887; Pico de Regalados, 10-X-1.962, B. Rainha, LISE 72901; Caldas de Gerêz, IX-1.848, anon., LISU 28011; Serra do Gerêz, IX-1.882, Capillo y Torres, LISU 28004; rio Coura, Caminha, VI-1.885, A.R. da Cunha, LISU 28002; Ribeira d'Ancoara, VI-1.886, A.R. da Cunha, LISU 28001; Lagoa, Montedor, VI-1.886, A.R. da Cunha, LISU 28000; Ponte da Barca, 24-IX-1.961, B. Rainha, LISE 65983.

TRAS-OS-MONTES E ALTO DOURO : Quinta do Canego, Lamego, IX-1.884, Sarao de Lacerda, COI; área de Figueira, Fôja, VII-1.894, M. Ferreira, COI; Portas do Inferno, Covas do Rio, IX-1901, J. Henriques, COI.

Observaciones

Angelica sylvestris es la única especie de las que viven en la Península que ocupa un área geográfica amplia. Dentro de este área, aunque se encuentra preferentemente en sitios húmedos y sombríos, ocupa ecótopos muy diversos como bordes de carreteras, huertas, orillas de los ríos, prados encharcados, bosques mixtos y de coníferas, etc., con una amplitud altitudinal comprendida entre el nivel del mar y los 1.800 m. Sin duda, es esta diversidad ecológica la causa de la variabilidad que presentan muchos de sus caracteres morfológicos, que ha llevado al reconocimiento por diversos autores de numerosos táxones infraespecíficos.

En el área de nuestro estudio, hemos podido observar que los caracteres morfológicos a los que dichos autores

conceden importancia taxonómica no constituyen más que extremos de una variación continua, lo que se manifiesta en la inconstancia de dichos caracteres, utilizados como diagnósticos.

Circunscribiéndonos únicamente a nuestro área de estudio, la Península Ibérica, discutiremos a continuación la oportunidad de reconocer categorías infraespecíficas dentro de la especie.

BROTERO (1.804) describe la A. montana con material de las proximidades de Coimbra. En dicha descripción, bastante incompleta, no encontramos caracteres suficientes para individualizar el táxon. El carácter "foliis bipinnatis" se debe, sin duda, a una observación errónea, pues todo el material portugués que hemos estudiado presenta las hojas basales y medias tripinnatisectas. El resto de caracteres, en su mayoría referidos a las hojas, pueden ser también atribuidos a A. sylvestris, lo que no permite diferenciarla de la misma. SAMPAIO (1.906) en la Flora Portuguesa, reconoce para la A. montana la categoría de variedad, dando como carácter diferencial: "Hojas con las pinnulas superiores decurrentes en el raquis". Este carácter no debe ser considerado de importancia taxonómica, pues hemos observado variaciones del mismo, incluso para las hojas de una misma planta.

LAGASCA (1.816) describe la A. villosa y menciona la A. sylvestris. De la primera dice: "foliolis ovatis acute serratis, subtus praecipue pedunculis pedicellis que villosa scabris" y de la segunda: "foliolos ovatis acuminatis distinctis acute serratis". Posteriormente el mismo LAGASCA (1.826), expresa sus dudas sobre la depen

dencia de ambos táxones, así escribe: "que después de haber visto el herbario de Mr. Soberwy, dudo si mi A. villosa es o no idéntica con la sylvestris de la Flora Británica, a la cual se aproxima mucho ciertamente mi A. sylvestris". Por nuestra parte hemos observado una variación continua desde plantas con hojas y radios ligeramente pubescentes a densamente pubescente-cinéreos. En cuanto a la forma del ápice de los foliolos, aguda o acuminada, no podemos decir que sea un caracter preciso y constante.

LANGE (1.874) en el Prodrum Florae Hispanicae, reconoce la var. villosa y la var. elatior Wahlenb. La primera corresponde a la especie de Lagasca pasada a variedad de A. sylvestris. MERINO (1.905), también reconoce estas dos variedades para Galicia. Los caracteres a que ambos autores hacen referencia son: "segmentis ellipticis v. ovato-lanceolatis, grosse serratis, summis in rachi decurrentibus".

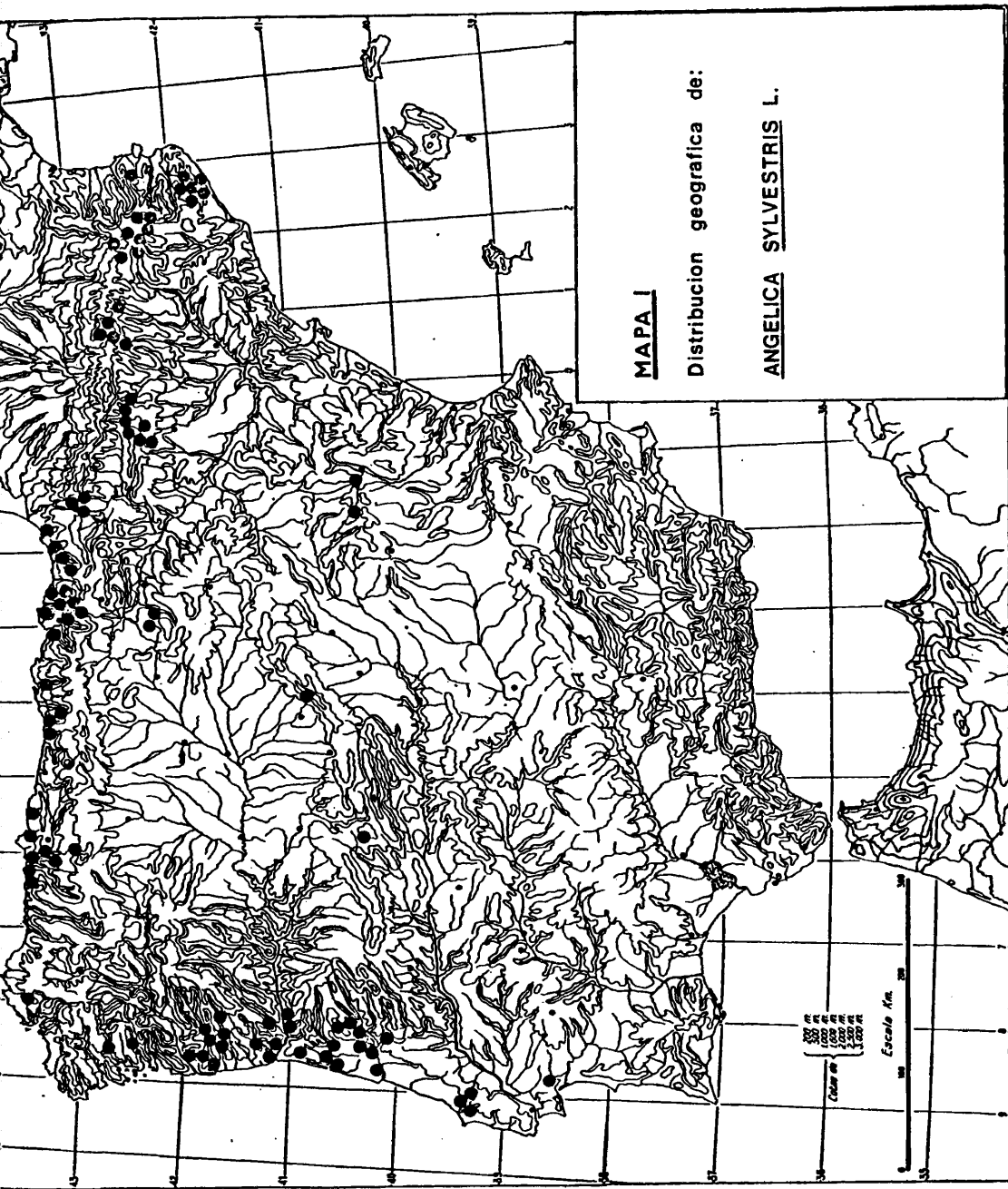
P. COUTINHO (1.913) en la Flora de Portugal, considera la A. villosa Lag. como forma de la A. sylvestris y distingue además la var. montana (Schleicher) Grml. Por último haremos referencia a THELLUNG (1.926), que reconoce tres variedades para la especie, considerando la A. villosa Lag. como subvariedad o forma de la var. Bertoloni Rchb., la A. montana Brot. como sinónimo de A. sylvestris var. elatior Wahlenb. y la var. montana (Schleicher) Grml. a la que hace referencia COUTINHO como la f. grossedentata de la var. elatior.

Todos los autores a los que hacemos referencia an

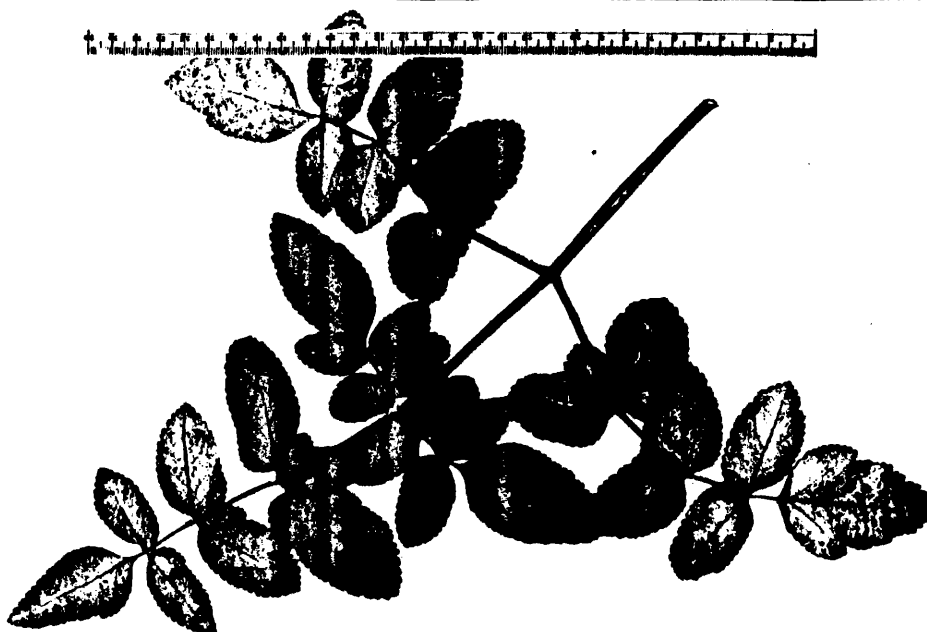
teriormente, conceden importancia taxonómica principalmente a caracteres como forma y tamaño de los foliolos y margen de los mismos. Por nuestra parte, y en el material de la Península estudiado, no hemos encontrado caracteres lo suficientemente constantes como para considerar táxones subespecíficos. Así en los pliegos con material portugués (LISU 28006, LISU 28009, LISU 28010, LISE 13122), determinados como A. sylvestris L. var. montana (Schleicher) Grml., la única particularidad observada es que los foliolos son de gran tamaño y los dientes del margen también son anchos en su base. Esto a nuestro juicio no son caracteres diferenciales, pues el tamaño de los foliolos varía ampliamente, incluso a nivel individual, siendo por lo general mucho mayor en las hojas basales que en las hojas medias y superiores. Lo mismo sucede con los dientes del margen, que son generalmente grandes y de tamaño uniforme en las hojas basales y más pequeños e irregulares en las medias y superiores.

Tampoco en el resto de la planta, umbelas, flores, mericarpos, hemos encontrado caracteres lo bastante constantes como para considerar táxones de rango subespecífico.

Por último, queremos comentar que los ejemplares (MA 88326, MA 88327, BC 602294, LISU 39960) a los que SENNEN llamó A. ceretánica y A. apiifolia (BC 24558), no presentan ninguna peculiaridad que permita diferenciarlos de la A. sylvestris. Lo mismo podemos decir del pliego MA 88297, que contiene un ejemplar recogido y denominado por C. PAU (1.903) como A. zapaterii.



LAMINA 29



Angelica sylvestris L.

2.2. ANGELICA RAZULII Gouan, Obs. Bot. 13 (1.773)

Synonyma:

Angelica flavescens Besser, Prim. Fl. Galica. I:213
(1.809)

Angelica montana Schleich. exsic. Sprengel. Pl. Umb.
Prodr. 16(L.813)

Angelica ebulifolia Lapeyr., Hist. Abr. Pyr. 1:156-157
(1.818)

Selinum Razoulii (Gouan) Link, Enum. Hort-Berol. I.269
(1.821)

Descripción

Bienal o perenne; tallo hasta de 100 cm. de altura, de 1-1,5 cm. de diámetro, fistuloso, ramoso, en ocasiones pubescente en su parte superior; hojas bipinnatisectas, muy raramente tripinnatisectas, con el peciolo largo, no acanalado, de contorno triangular, lámina de las hojas inferiores de 20-50 cm. de longitud y anchura ligeramente mayor, foliolos de 2-10 cm. de largo, de 0,8-2,5 cm. de ancho, lanceolados, serrados, con los dientes de igual tamaño, cinéreo-pubescentes en el envés, decurrentes en el raquis, de manera que generalmente sólo el nervio principal de las hojas es desnudo. Umbelas de 30-80 radios, pubescentes; involucre generalmente presente, con escasas bracteas lineares, tenues; involucelo de 2-16 bracteolas lineares, glabras, menores que

los pedicelos, pétalos blancos; mericarpos de contorno elíptico u obovado, 9-4,5 mm. de ancho, atenuados en su base, con las alas marginales gruesas, que ocasionalmente presentan el borde ondulado, de menor anchura que los mericarpos; costillas dorsales poco prominentes, filiformes; vitas visibles en el dorso y a veces en la comisura.

Número cromosómico

2 n = 22 (CAUWET, A.-M., 1968:14).

Corología

Endemismo pirenaico existente en los tres sectores de la provincia (central, oriental y occidental). Mapa nº 2.

Ecología

Especie que no llega a formar poblaciones densas a causa de su baja sociabilidad. Presenta su óptimo en comunidades megafórbicas y praderas higrófilas umbrosas, sobre todo en el piso subalpino (Rhododendro-Pinetum uncinatae), aunque puede bajar al piso montano superior (Scillo-Fagetum). Vive sobre suelos eútrofos, permanentemente frescos y bien aireados o drenados. Se presenta en la asociación pirenaica Peucedano ostruthii - Luzuletum desvanxii (Grüber, 1.978) y puede considerarse como

una característica de la alianza Adenostylion (Adenog
tyletalia). También puede presentarse en otras comuni
dades megafórbicas (Atropion).

Material examinado

ESPAÑA

LERIDA : Viella, rio Negro, VIII-1.874, E. Bourgeau,
Herbarium Hookerianum, K; Senet, Ribagnea, VIII-1.954,
A. et O. de Bolós et al., BC 140873; Moncasan, 1.838,
anon., LISU 39957.

HUESCA : Gistain, Tabernes, Rio Cinqueta, XIII-70, P.
Montserrat, JACA.

NAVARRA : Espinal, Pradería de Urrobi, VI-1.964, P. Mont
serrat, JACA; Espinal, Burguete, VI-1.964, N.Y. Sandwith,
K, JACA; Valcarlos, VII-1.978, M. Gutierrez.

ANDORRA

Soldeau y Rausol, El Serrat, VII-1.949, Losa & Mont
serrat, MA 155422; El Serrat, 1.948, Losa & Montserrat,
LISE 38068

FRANCIA

HAUTES PYRENEES : Gédre, VII-1.876, C. Baenitz, Herbario

Willkomm, COI; Vallée de Bué, VII-1.904, Soubervielle & Bordère, Herbarium Bordère, COI; Bois de Bué, VII-1.866, Bordère, K; Val d'Ossau, VII-1.869, M. Gandoger, Herbarium Lugdunense, MA 88356; Grize, Bagnères de Bigorre, V-1.849, F. Schultz, Herb. Norm., nov. ser. Cent. 3, K, COI, MA 88366, LISU 39955; Bareges, VIII-1.888, Bordère, COI; Bagnères de Luchon, Vallée de Lys, Cascade d'Enfer, VI-1.859, K, COI; Forêt de Braça, VIII-1.877, Herbarium Bordère, BC 24568, BC 24569 y BC 615898; Legcum, VII-1.975, P. Montserrat & L. Villar, JACA; Luchon, Vallée de Lys, VII-1.865, Herb. E. Garronte, K.

PYRENEES ORIENTALES : Monte Llaurenti y de Querigut, VIII-1.830, Endress, K, COI; Capcir, vallée de Galbe, VIII-1.916, Sennen, Fl. Esp. nº 2672, BC 24568 y BC 24569, MA 88363 y MA 88364, COI; Porta, VI-1.967, A. Cauwet (Cauwet herb.).

BASSES PYRENEES : Uhart-Cize, La Nive, VI-1.912, L. Giraudias, Fl. Gallica Exsiccata, MA 88324.

Observaciones

GOUAN (1.773), en la descripción que hace de la planta recolectada por RASOULS en 1.767 y 1.768, concede gran importancia a la morfología de las hojas, así comienza: "ANGELICA, foliis bipinnatis, foliolis lanceolatis, serratis, decurrentibus". Más adelante describe e iconografía con todo detalle las hojas y cada una de las pinnas y pinnulas que las componen.

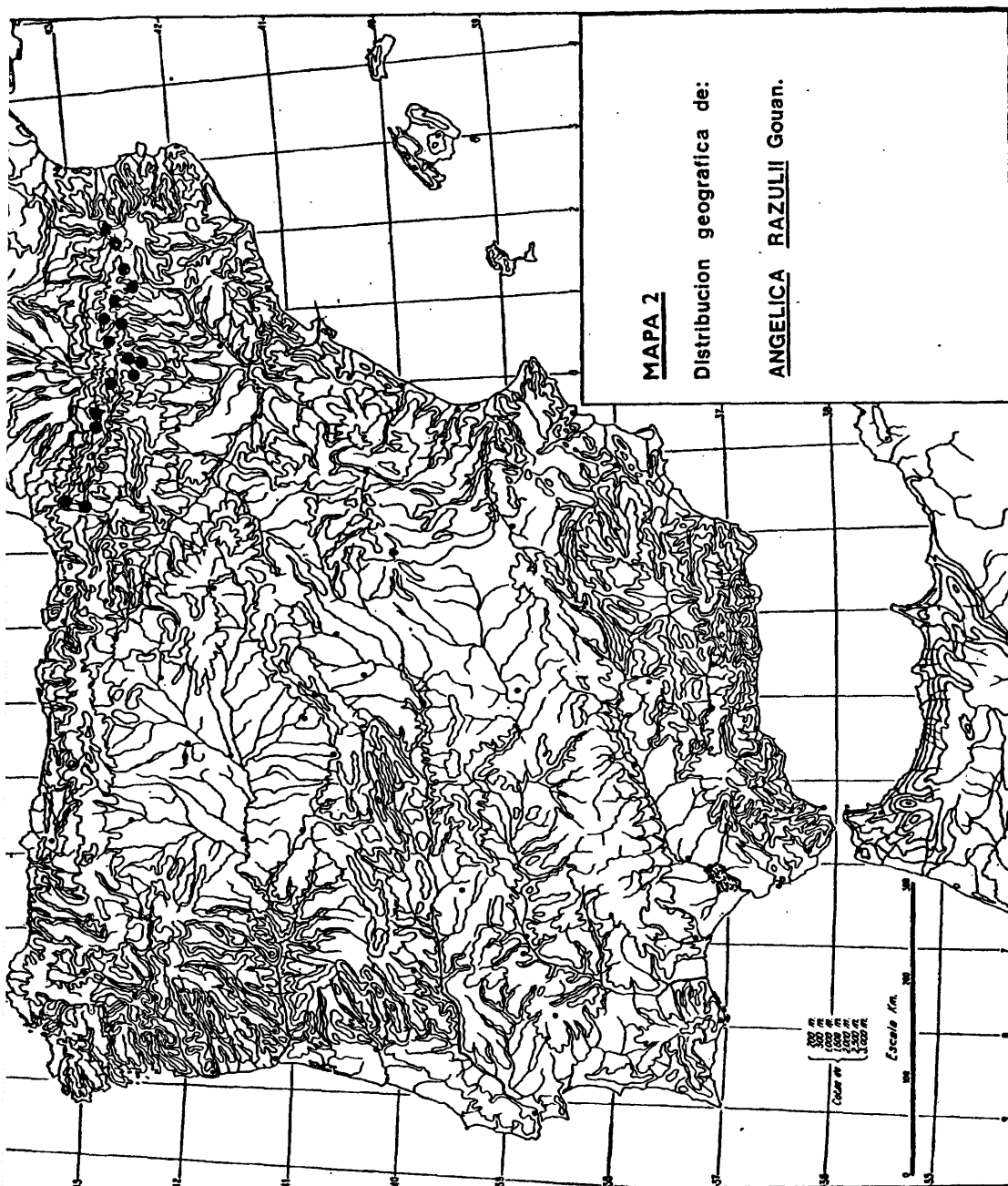
Hemos examinado abundante material, sin duda perteneciente a dicho táxon, y en su totalidad procedente de localidades pirenaicas, por lo cual podemos afirmar que la descripción realizada por GOUAN es bastante precisa. Las hojas son bipinnadas, con foliolos lanceolados, serrados, decurrentes. Dichos caracteres son suficientes para diferenciar con facilidad esta especie de las demás que viven en la península. Unicamente hemos examinado un ejemplar, recolectado por A. CAUWET en Porta (Francia), que presentaba las pinnas inferiores de la hoja dos veces divididas.

La descripción de LANGE (1.874) que aparece en el Prodrumus dice refiriéndose a las hojas: "2-3 pinnatisectis, segmentis primariis petiolulatis, ultimis in rachis decurrentibus, ellipticis v. ovato-lanceolatis". No sabemos si utilizó algún otro material para la descripción, además de los dos pliegos de la especie que existen en el herbario de Willkomm y que contienen ejemplares típicos, recolectados en Gèdre (Altos Pirineos) y en la localidad clásica, ya que recoge las citas de SALVADOR y COSTA para Galicia (Fuenfría, Puerto de Cabrero), que probablemente no correspondan a dicho táxon.

La descripción inexacta de las hojas y las citas para Galicia probablemente incorrectas, quizá hayan sido la causa de numerosas determinaciones erróneas, ya que el examen de material de herbario, nos ha permitido comprobar que diversos autores han atribuido ejemplares, sin duda de A. major y A. sylvestris, a la especie A. razulii.

Así, MERINO (1.905) la da como: "Muy común en el N.O. de Galicia como en los campos de Chantada, Diomondi y sobre todo en el territorio que se extiende de Orol a Muras, donde será difícil extirparla de las fincas, se acerca al mar hacia Galdo, Vivero y San Ciprian Lugo". Posteriormente M. LAINZ (1.955) afirma: "Se extiende por la región más de lo que indica de un modo expreso la Flora, pues en el herbario de Lourizán existen pliegos abundantes de Orense y Coruña".

Para nosotros, tal como figura en el mapa nº 2 y en la relación de material examinado, su área queda restringida únicamente a Pirineos.



LAMINA 30



Angelica razulii Gouan

2.3. ANGELICA MAJOR Lag., Gen. Sp. Nov. 13 (1.816)

Synonyma:

Selinum angelicastrum Hoffmanns. & Link, F. Port.,
428 (1.840)

Angelica laevis Gay ex Fischer, C.A. Meyer & Avé-Lalle
mant, Ind. Sem. Hort. Petropol. 9:58 (1.843)

Angelica Reuteri Boiss., Diagn. Pl. Or. Nov. II, 2.87
(1.856)

Angelica Hermini Mariz, Bol. Soc. Brot. 12:214 (1.895)

Angelica angelicastrum (Hoffmanns & Link) Coutinho, Fl.
Port. 455 (1.913)

Angelica Razulii Gou. ssp. laevis (Gay ex Fisch., Mey.
& Avé-Lall.) Lainz, Collect. Bot. 5,2. (1.958)

Descripción

Bienal o perenne; tallo robusto de 40-100 cm. de altura, de 1-1,5 cm. de diámetro, fistuloso, ramoso; hojas bi-tripinnatisectas, con el peciolo largo, no acanalado, de contorno triangular, lámina de las hojas inferiores de 20-50 cm. de longitud y hasta 75 cm. de anchura, folíolos de 2-10 cm. de largo, 1,5-5 cm. de ancho, ovados u ovado-lanceolados, el terminal frecuentemente trilobulado, con el margen irregularmente serrado o crenado mucronado, glabros o pubescentes solo sobre los nervios del envés. Umbelas de 15-60 radios, en

sanchados o ligeramente alados en su base, muy desiguales en longitud, glabros o con cortos y escasos pelos rígidos, solo en su cara interna; involucro de 6-8 bracteas lineares; involucelo de 2-16 bracteolas lineares, glabras, siempre menores que los pedicelos, pétalos amarillo-verdosos; mericarpos de contorno obovado, atenuados en su base, de 9-4 mm. de largo por 6,5-2,5 mm. de ancho; alas marginales gruesas, de borde recto y claramente más estrechas que la anchura de los mericarpos; costillas dorsales muy prominentes; vitas visibles solo en algunas ocasiones y en los mericarpos completamente maduros.

Número cromosómico

2 n = 22

Corología

Endemismo ibérico, de distribución carpetano-ibérico-leonesa (Mapa nº 3), que existe en los sectores Guadarrámico (Ayllonense), Bejarano-Gredense, Estrellense, Orensano-Sanabriense, Berciano-Ancarense, Maragato-Leonés, Campurriano-Leonés e Ibérico-Soriano. Alcanza también algunas localidades particularmente secas del sector Galaico-Asturiano.

Ecología

Praderas húmedas, arroyos, cervunales, pedregales

rezumantes, etc. Prefiere los suelos silíceos pobres en bases y con hidromorfismo temporal. Dada su pequeña sociabilidad se acopla en diversas comunidades de los pisos montano, supramediterráneo y oromediterráneo (Juncion acutiflori, Campanulo-Nardion, Dryopteridion abbreviatae, etc.).

Material examinado

ESPAÑA

ASTURIAS : Puerto del Pontón, sin fecha, M. Gandoger, COI; entre Brañas de Arriba y el Puerto de Leitariegos, 4-VIII-1.864, E. Bourgeau, K, COI (Hb. Willkomm), MA 88319; entre Llanueces y Ricabo, Sierra del Aramo, 22-VI-1.973, F. Navarro, FCO; riberas del Caudal, Sierra del Aramo, 24-VI-1.973, F. Navarro, FCO; entre Ayones y el Pontigón, Lluarca, 27-V-1.971, JACA; Alto de Conio, 30-VII-1.952, E. Guinea, MA 164831; La Bobia, 18-VII-1.956, E. Carreira, MA 202375 y MA 171314; Prados de Arbás y Busdongo, sin fecha, Lagasca, (sub. A. razulii Gouan var.), MA 88359; en los Molinos de Rubiano, cerca de Aruvia, VIII-1.803, Lagasca, (sub. A. razulii Gouan), MA 88360; entre Brañas de Abajo y el Puerto de Leitariegos, 24-VII-1.935, Font Quer & Rothmaler, Flora Ibérica Selecta, Cent. III, nº 257, MAF 67372, BC 87770, BC 87769, BCF 3033, MA 88318, K; Arbás, 15-VII-1.892, A.E. Lomax, MA 88362; Genestoso, VI-1.974, Rivas, Izco, Costa & Crespo.

AVILA : Navalperal de Tormes, Sierra de Gredos, 24-VII-1.907, C. Pau, MA 88295; Serranillos, 24-VII-1.885, Isern, MA 88338; Bohoyo, Sierra de Gredos, 10-VII-1.863, E. Bourgeau, COI (Hb. Willkomm), MA 88289

BURGOS : Pineda de la Sierra, VII-1.977, S. Castroviejo.

LA CORUÑA : Codesedas, Santiago de Compostela, Planellas, MA 88291.

GUADALAJARA : Cardoso, 28-VII-1.858, MA 88292.

LEON : Arbás, Puerto de Pajares, 18-VII-1.969, M. Mayor, FCO; Valverde de la Sierra, 12-VIII-1.972, P. Montserrat, JACA; Arroyo de Valdecasas, Noceda, 18-VII-1.951, J. Borja, MAF 52667; Tejedo de Ancares, IV-1.978, M. Gutierrez.

LUGO : Galdo, sin fecha, Rodriguez Franco, MA 88290; Ca breira-Fonsagrada, VII-1.957, E. Carreira, MA 171315; Hayedo de la Devesa de Roqueira, Moreda, Folgoso del Cayrel, 11-VIII-1.978, E. Valdés & S. Castroviejo; Piornedo, Sierra de Ancares, VII-1.977, M. Gutierrez.

MADRID : Somosierra, 26-VIII-1.933, Cuatrecasas, MAF 52680 y MAF 86630; Montejo, sin fecha, Isern, MA 88331; Robregordo, VI-1.918, C. Vicioso, MA 88293.

PALENCIA : Puerto de Piedras Luengas, VII-1.949, Losa & Montserrat, BCF.

SANTANDER : San Vicente, Toranzo, sin fecha, Salcedo, MA 88361.

SORIA : Covalada, VIII-1.975, M. Gutierrez; Molinos del Duero, VII-1.978, M. Gutierrez.

ZAMORA : Puebla de Sanabria, VII-1.947, Losa, BCF; 13 Km. al oeste de la Puebla de Sanabria, en la carretera a Serín, 20-V-1.972, R.K. Brummit & A.O. Chater, K; La go de Sanabria, sin fecha, A. Rodriguez, MA 202374; Pias, VI-1.976, S. Castroviejo.

PORTUGAL

BEIRA ALTA : De Manteigas a Covao da Metade, Valle del Zézere, Serra da Estrêla, 15-VI-1.949, R. Fernandes & Sousa, Fl. Lusitânica, exiccata nº 3352, K, COI; Caldas de Monteigas, márgenes del rio Zézere, Serra da Estrêla, 3-VII-1.951, A. Fernandes, F. Sousa & J. Matos, COI; Cantaro Magro, Serra da Estrêla, VIII-1.881, J. Enriques, COI; valle del Zézere, Serra da Estrêla, VII-1.918, F. Sousa, COI; Manteigas, Serra da Estrêla, VIII-1.919, A. B. Jorge, LISU 28013; Covaô da Metade, Cantaro Magro, Serra da Estrêla, VIII-1.881, J. Daveau, LISU 28014; Manteigas, próximo a las Matas dos Castanheiros, Serra da Estrêla, VII-1.881, A.R. da Cunha, LISU 28015; de Manteigas a Poço do Inferno, orillas del rio Zézere, IV-1.977, M. Gutierrez.

BEIRA BAIXA : Unhais da Serra, Ribera de Alforfa, Serra da Estrêla, 5-VIII-1.940, N.V. Budle, LISU 28012; Coril ha, derca del rio Zézere, Serra da Estrêla, VII-1.881, A.R. da Cunha, LISU 28016; entre Covao do Boi y Cavao da Metade, Serra da Estrêla, VIII-1.973, P. da Silva & A.N. Telez, LISE:

MINHO : Corga da Mantaça, Serra da Peneda, VI-1.936,
R. Barreto, LISE 48566.

TRAS-OS-MONTES E ALTO DOURO : Bragança, Serra de Monte
zinho, 20-VII-1.959. A. Teles & B. Rainha, LISE 63996.

Observaciones

M. LAGASCA (1.816) al describir su A. major hace referencia a los siguientes caracteres: "foliolis ovato-lanceolatis argute inaequaliter serratis, extima trilobato, infimis petiolatis: seminum alis subaequalibus".

HOFFMANNSEGG y LINK (1.840) describieron en la Flora Portuguesa el Selinum angelicastrum para la Serra da Estrêla. Posteriormente MARIZ (1.895) diferencia esta planta de la A. sylvestris L. que también se encuentra en el mismo área, pero siempre en zonas más bajas que la primera, y propone el nombre de A. Hermini. Los caracteres que da como diferenciales son: "foliolos oblongos agudos, glabros en ambas caras, radios de la umbela glabros, como el tallo, frutos medianos, ovados, alas marginales muy onduladas". Es COUTINHO (1.913) quien la sinonimiza con Angelica angelicastrum.

J. GAY (1.843) describe la Angelica del Puerto de Leitariegos con el nombre de A. laevis, citando como caracteres propios de la especie: "pinnulis lanceolato-ovatis, subtus ad nervos parce hirtis, non decurrentibus: terminalibus trilobis petiolulatis".

BOISSIER (1.856) describe la A. Reuteri, sobre material recogido por REUTER en Agosto de 1.841 en Piedrahita (Avila) e inicialmente determinada como A. laevis Gay, según figura en la etiqueta manuscrita de uno de los pliegos que contienen el material tipo. Así en la descripción original BOISSIER hace la siguiente observación: "Valde affinis forma foliorum et characteribus A. laevis Gay in Durieu pl. Ast. exs. quae differt foliis bipinnatisectis partitionibus breviter petiolatis, umbellatae multiradiatae radiis longioribus papillari-puberulis, mericarpiis majoribus ovatis alâ marginali parte centrali latiori donatis".

Hemos tenido ocasión de estudiar el material tipo de esta especie y de A. laevis Lay, pudiendo comprobar su gran semejanza morfológica, y no encontrando diferencias que justifiquen la existencia de dos táxones.

En cuanto a la A. angelicastrum, hemos estudiado material de herbario y ejemplares recolectados por nosotros en la Serra da Estrêla. También este material es morfológicamente muy parecido al atribuido a A. laevis y A. Reuteri.

Los pliegos de A. major Lag. existentes en los distintos herbarios consultados no son de la localidad clásica. En el Herbario del Jardín Botánico de Madrid se encuentran varios pliegos de Angelica recolectados por Lagasca, pero no el material que le sirvió para la descripción de la especie. Por nuestra parte no hemos tenido ocasión de recolectar material en la localidad citada por el autor, Lumbreras (Logroño), pero si en sitios

muy próximos de la Sierra de la Demanda y de Urbión (Pineda de la Sierra, Covaleda, Molinos del Duero). Los ejemplares procedentes de estas localidades se ajustan a la breve descripción de Lagasca y son también morfológicamente muy parecidos a los atribuidos a A. laevis, A. angelicastrum y A. Reuteri.

Queremos hacer notar que en las descripciones de estos cuatro táxones se hace siempre referencia a los siguientes caracteres: foliolo terminal trilobulado, foliolos ovales u oval-lanceolados, planta gabra o muy escasamente pubescente en el envés de las hojas y en los radios, caracteres que según nuestras observaciones son comunes al material atribuido a estos cuatro táxones.

La semejanza morfológica bien patente de todo el material estudiado, solo sufre ligeras variaciones en lo que se refiere a la anchura de los foliolos, por lo que estos pueden ser ovales u oval-lanceolados y al margen de los mismos que puede ser desde crenado mucronado a irregularmente serrado, el primero se encuentra principalmente en las hojas basales y el segundo en las hojas medias. En cuanto al grado de pubescencia, encontramos plantas glabras(1) y otras que presentan los foliolos ligeramente pubescentes solo sobre los nervios del envés y los radios con escasos pelos cortos y rígidos solo en su cara interna.

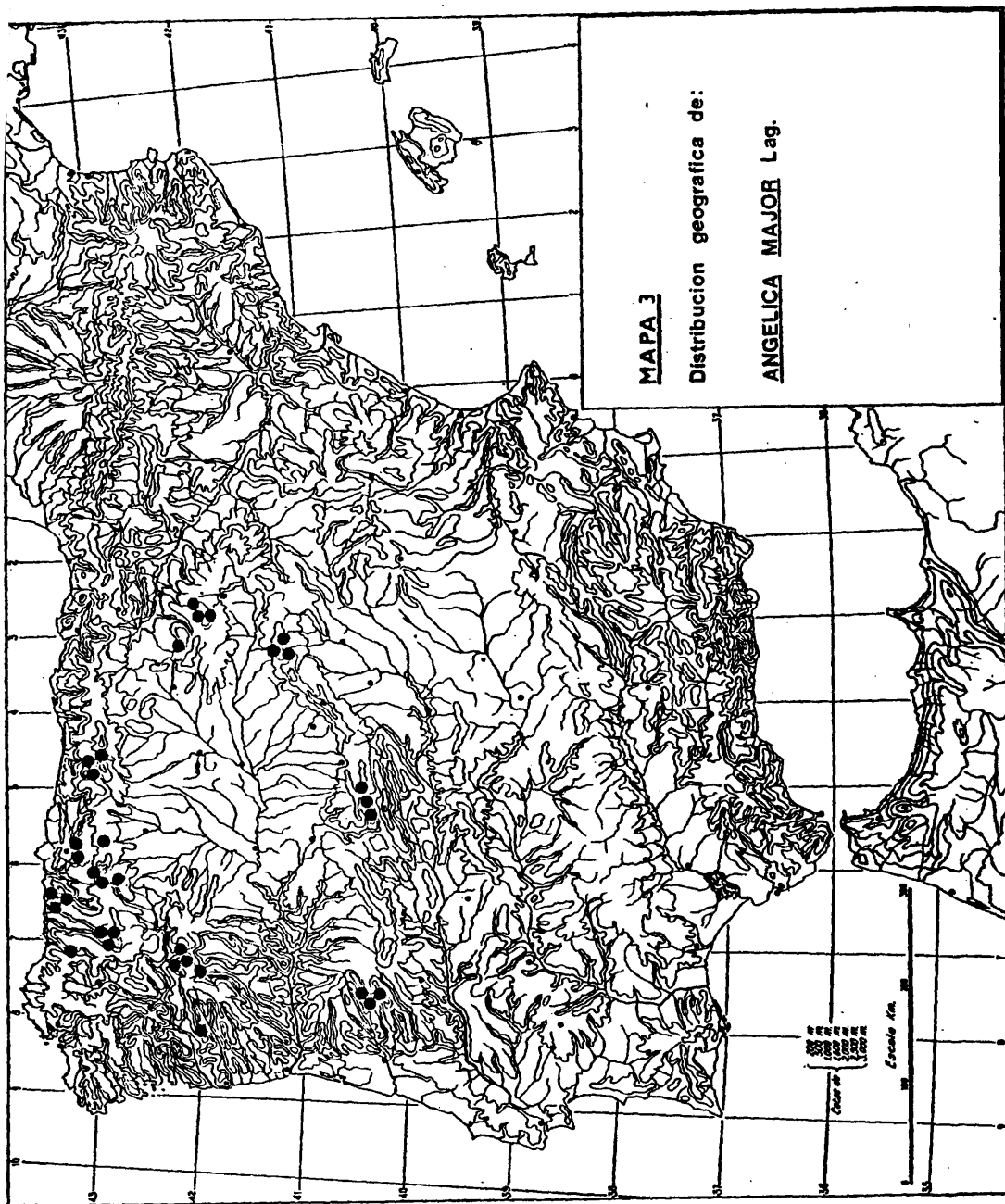
A nuestro juicio, tal variabilidad no justifica la existencia de cuatro táxones específicos, ni aún de variedades, ya que por otra parte las diferencias observadas respecto al resto de caracteres son muy pequeñas.

(1) GANDOGGER (1.898), ya distinguió una f. glaberrima para la A. laevis del Monte Cabeza de Manzaneda (1.781 m.).

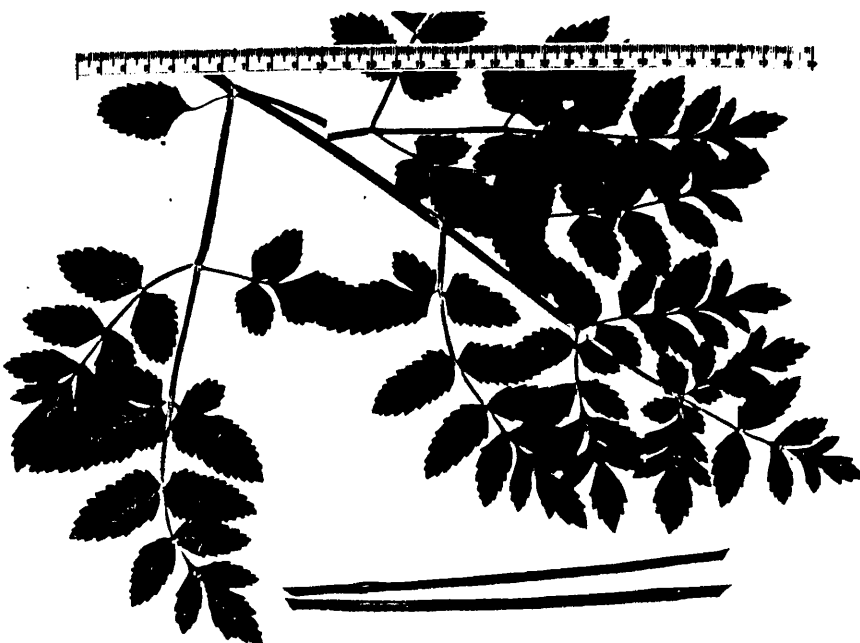
La semejanza morfológica del material estudiado nos parece lo suficientemente grande como para considerar un único táxon específico, que deberá denominarse Angelica major Lag. por ser major el epíteto legítimo más antiguo.

M. LAINZ (1.957), subordina la A. laevis Gay a la A. razulii Gouan, como subespecie de esta última. Por nuestra parte creemos que no existen razones que justifiquen esta subordinación(2). La independencia morfológica de ambas especies se basa en numerosos caracteres que se refieren a las hojas, color de las flores, morfología y anatomía de los mericarpos, pubescencia de hojas y umbelas.

(2) Existen en el herbario del Jardín Botánico de Madrid dos pliegos de LAGASCA (MA 88359, MA 88360) con material asturiano, determinado como A. razulii Gouan. Más tarde PAU (1.923) expresó su opinión de la siguiente manera: "La A. major Lag. por el sinónimo de la Estampa de Dodóneo y las muestras asturianas de nuestra colección se aproxima a la A. razulii Gouan".



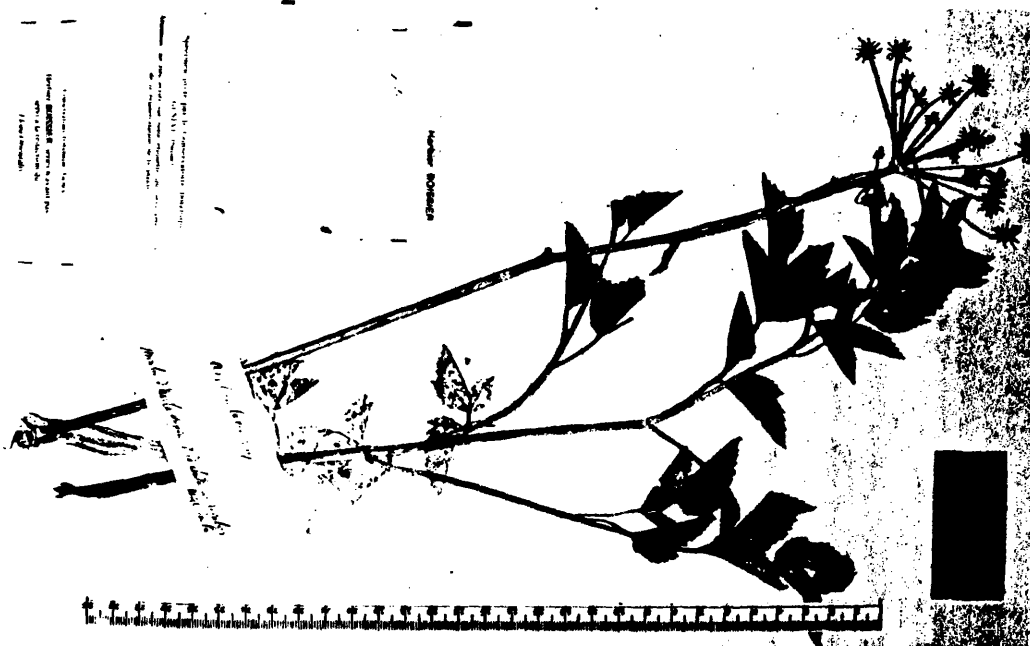
LAMINA 31



Angelica major Lag.

28561

LAMINA 32



2.4. ANGELICA PACHYCARPA Lange, Descr. Icon Ill. 7 (1.864)

Descripción

Bienal o perenne; tallo robusto de 40-100 cm. de altura, de 1-2 cm. de diámetro, fistuloso, ramoso; hojas bi-tripinnatisectas, con el peciolo largo, no acanalado, de contorno triangular, lámina de las hojas inferiores de 20-40 cm. de longitud y aproximadamente de la misma anchura, foliolos de 1-4 cm. de largo, 0,8-2 cm. de ancho, ovados, el terminal frecuentemente trilobulado, con el margen serrado, lustrosos en el haz, glabros. Umbelas de 15-45 radios, pubescentes; involucro de 6-8 bracteas lineares; involucelo de 8-16 bracteolas lineares, glabras, siempre menores que los pedicelos; pétalos blancos o amarillo-verdosos; mericarpos de contorno obovado, profundamente escotados en su base, de color pardo brillante, de 11-4,5 mm. de largo por 9-3,5 mm. de ancho; pericarpio muy grueso; alas marginales también gruesas, con el borde recto, claramente menores que la anchura de los mericarpos, costillas dorsales muy prominentes; vitas siempre invisibles en la comisura.

Número cromosómico

2 n = 22 (VAARAMA, 1.947:55)

Corología

Endemismo noroccidental ibérico costero (Mapa nº 4). Se conoce de diversas localidades de los sectores

Galaico-Portugués y Galaico-Asturiano. En Portugal se conoce solo de las Islas Berlengas. C.J. WEBB (1.978) lo ha hallado como subespontaneo en Nueva Zelanda.

Ecología

Endemismo estrictamente localizado en los acantilados y cabos batidos por la maresía de la costa cantábrica atlántica. Parece preferir los suelos algo profundos (ranker atlánticos), de los pastizales rupestres vívaces y densos del *Dauco gummifero* - *Festucetum pruinosae* (*Crithmo-Armerion*), así como los claros del tojal marino de *Sileno maritimi* - *Ulicetum humilis* (*Ulicenion maritimo* - *humilis*).

Material examinado

ESPAÑA

LA CORUÑA : La Coruña, VIII-1.852, Lange, (Willkomm Hb.) (COI); Islas Sisargas, VIII-1.978, Valdés Bermejo; Cabo de Estaca de Bares, VII-1.976, M. Gutierrez.

ASTURIAS : Cudillero, Cabo de Vidio, IV y VIII-1.973, T.E. Díaz, (FCO); Cabo de Peñas, VI-1.973, T.E. Díaz et F. Navarro (FCO).

PONTEVEDRA : Ria de Arosa, isla de Rua, VIII-1.978, Valdés Bermejo.

PORTUGAL

ESTREMADURA : Ilhas Berlengas, V-1.883, J. Daveau, Fl. Lust. Soc. Brot. 89 anno, n. 1035 (COI, LISU28017-8-9 y 28020).

Observaciones

LANGE (Descr. Ic. Ill., 7 t.9, 1.864) describió esta especie endémica de la Península Ibérica a partir de material recolectado cerca de La Coruña, el 10 de Agosto de 1.852.

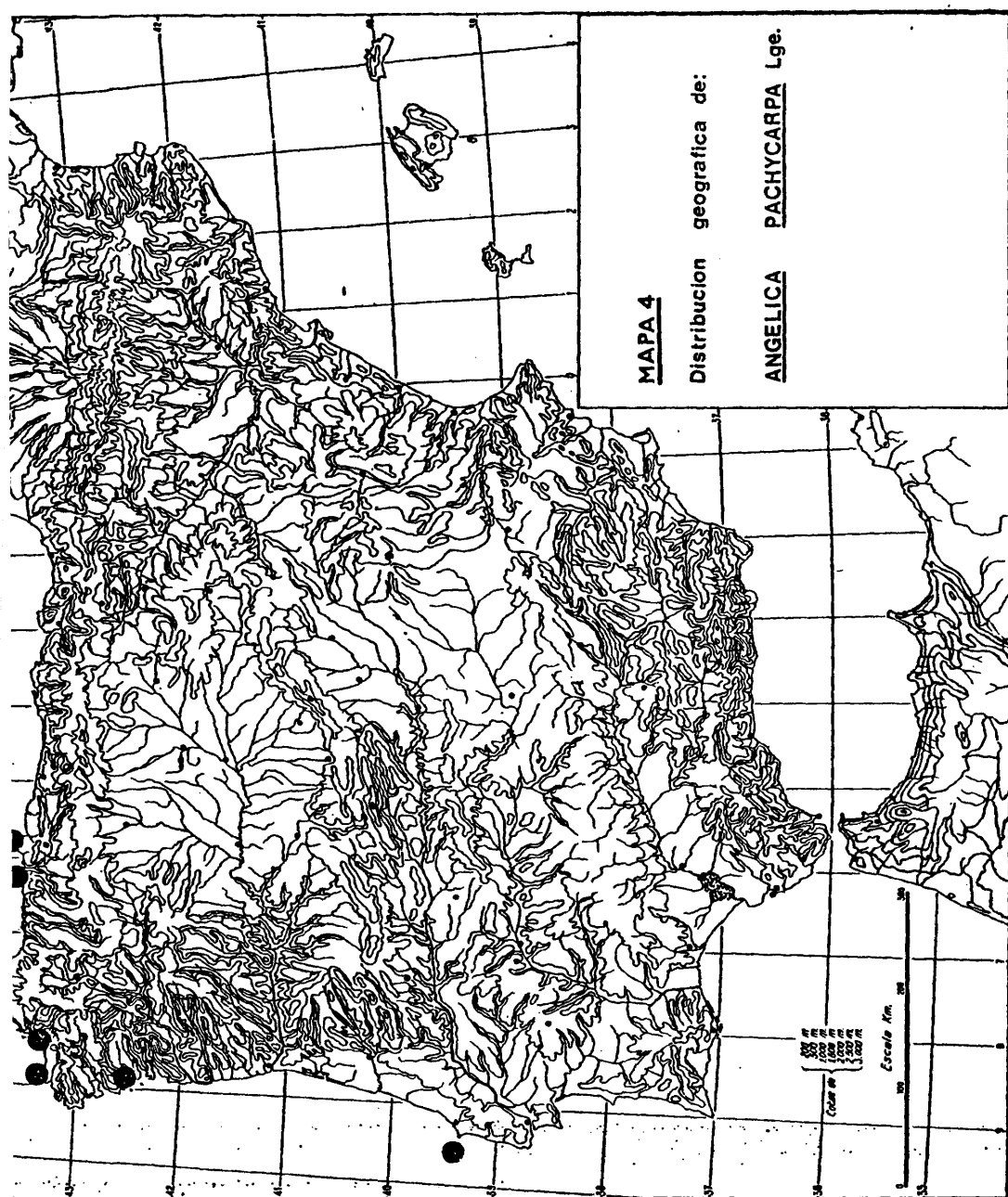
La descripción y el icón de la misma son muy explícitos en lo que se refiere al aspecto general de la planta y a la morfología de las piezas por separado (cáspulo, flor, pétalo, ovario, estilopodio, pedicelo con carpóforo, mericarpos y sección transversal del mericarpo).

Las observaciones morfológicas que hemos realizado sobre material recolectado por nosotros, nos han llevado a corroborar la opinión expresada por M. LAINZ (1.962), refiriéndose al color de los pétalos: "LANGE aseguró al describir su especie, de La Coruña, que los pétalos eran blancos: sus afirmaciones "petalis albis, dorso viridi-striatis" quedan transformadas por MERINO en la disyunción "corola de un blanco pálido o amarillento" (lo que deja de contradecir netamente a nuestra experiencia personal en Asturias)".

En cuanto a los mericarpos, todo el material examinado por nosotros presenta alas de anchura menor o igual que el diámetro del mericarpo, por lo que también coincidimos con las observaciones realizadas por M. LAINZ.

Por otra parte, la homogeneidad morfológica del material estudiado es muy grande, únicamente hemos apreciado algunas diferencias referidas al tamaño de los mericarpos en los ejemplares recolectados por J. DAVEAU, en Ilhas Berlengas, pero estas no son lo suficientemente importantes como para considerar la posibilidad de distinguir táxones de rango subespecífico.

El área original de la especie conocida hasta el momento, está restringida a la zona costera comprendida entre el Cabo de Peñas y la desembocadura del Miño en España, y a las Islas Berlengas en Portugal. Recientemente C.J. WEBB (1.978), la incluye en "Checklist of dicotyledons naturalised in New Zealand. 1. Umbelliferae", correspondiendo la primera cita a 1.968 y a una amplia zona en Christchurch y Pig Island (Foreaux Strait).



LAMINA 33



Angelica pachycarpa Lge.

299

X. CONCLUSIONES

1. ANATOMICAS

- 1.1. Se describe por primera vez la anatomía de la sección transversal en la zona media de los mericarpos de Ange-lica littoralis Fries, A. heterocarpa Lloyd, A. razuli Gouan, A. major Lag. y A. pachycarpa Lge.
- 1.2. Se describen también las secciones transversales de A. archangelica L., A. decurrens Ldb. y A. sylvestris L.
- 1.3. Asimismo se describe la anatomía de los mericarpos anormales encontrados en A. archangelica L., A. major Lag. y A. razulii Gouan.

2. PALINOLOGICAS

- 2.1. Se estudia y describe el polen de las especies de Ange-lica que viven en la Península Ibérica. Dichas especies presentan pólenes de tipo subrectangular, que muestran tendencias hacia la forma osiforme y hacia el estrechamiento en la zona ecuatorial. Es la primera vez que se realizan estudios palinológicos en A. major Lag. y A. pachycarpa Lge.
- 2.2. Se realiza un estudio cuantitativo de las poblaciones polínicas mediante la aplicación de diversos métodos estadísticos.
Dichos métodos nos ponen de manifiesto: la homogeneidad de los valores de P (eje polar) y E (diámetro ecuatorial) para cada una de las poblaciones polínicas; que el conjunto de todas las poblaciones estudiadas se muestra heterogéneo respecto a los valores de P y E.

2.3. La aplicación de los métodos de la Taxonomía numérica al estudio cuantitativo de las poblaciones polínicas, nos muestra el limitado valor representativo que tiene una población polínica para el conjunto de las especie.

3. CARIOLOGICAS

- 3.1. Se estudia por primera vez el número cromosómico de A. major Lag.
- 3.2. Se aportan los resultados de los recuentos efectuados en material de los táxones A. archangelica L., A. heterocarpa Lloyd, A. sylvestris L., A. razulii Gouan, A. pachycarpa Lge.
- 3.3. Se establece la fórmula cromosómica para las poblaciones estudiadas.
- 3.4. Se señala la existencia de razas cromosómicas con $2n = 22$ y $2n = 26$ en A. sylvestris L.

4. MORFOLOGICAS

- 4.1. Se realiza un estudio morfológico y biométrico de los me ricarpos de los distintos táxones.
- 4.2. El estudio de la morfología de numerosos ejemplares, per tenecientes a las poblaciones estudiadas, nos permite afirmar que son buenos caracteres diferenciales a nivel de especie los que se refieren a la morfología de las ho jas, al grado de pubescencia de hojas y radios de la um bela, al color de las flores y a la morfología de los me ricarpos.

4.3. La aplicación de los métodos de la Taxonomía numérica para el análisis cuantitativo de los datos morfológicos, nos pone de manifiesto que los caracteres morfológicos utilizados constituyen excelentes caracteres diagnósticos.

5. TAXONOMICAS

5.1. Se reconocen en la Península cuatro táxones a nivel específico pertenecientes al género Angelica.

5.2. Se establece una clave para la determinación de las especies.

5.3. Para cada táxon se estudia su comportamiento ecológico / fitosociológico, su distribución geográfica y se establecen los mapas de distribución.

5.4. Se relegan a la sinonimia Angelica laevis Gay ex Fischer, Angelica Reuteri Boiss y Angelica angelicastrum (Hoffmanns & Link) Coutinho, como sinónimos de A. major Lag, que consideramos el nombre correcto del táxon, por ser el más antiguo de los validamente publicados.

2011

XI. BIBLIOGRAFIA

ARMBRUSTER, L. & G. OENIKE, 1.929. Die Pollenformen als Mittel zur Honigherkunftsbestimmung. Bücherie f. Bienenkunde, 10.

AYTUG, B., 1.959. Abies Equi Trojani Aschers et Sinten est une espèce d'origine hybride d'après l'étude des pollens. Pollen et Spores 1 : 273-278.

BATALLA, M.A., 1.940. Estudio morfológico de los granos de polen de las plantas vulgares del valle de México. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Mex. 11 : 129-161.

BENTHAN, G., 1.867. in BENTHAN, G. & J.D. HOOKER. Genera plantarum 1(2) : 916-917.

BERG, O.C. & C.F. SCHMIDT, 1.961. Darstellung und Beschreibung der officinellen Pflanzen. Leipzig.

BIOURGE, P., 1.892. Recherches morphologiques et chimiques sur les grains de pollen. La Cellule, 8 : 47-80.

BOISSIER, P.E., 1.844. Plantae Aucherianae Umbelliferae. Ann. Sci. Nat. Ser. 3.1.

BOISSIER, P.E., 1.856. Diagnoses Plantarum orientalium novarum, ser. 2, n° 2: 87-88. Lipsiae & Parisiis.

BOISSIER, P.E., 1.872. Flora orientalis, 2, Genevae & Lugduni.

BRIQUET, J., 1.899. Recherches anatomiques et biologiques sur le fruit du genre Oenanthe. Bull. Herb. Boiss. Sér. 1, 7 : 470-487.

BRIQUET, J., 1.923. Carpologie comparée de L'Archangelica officinalis Hoffm. et du Pencedanum palustre (L.) Moench. Candollea, 1 : 501-520.

BRIQUET, J., 1.924. L'anatomie du fruit et le comportement des bandelettes dans le genre Heracleum. Candollea, 2 : 1-62.

BROTERO, F.A., 1.804. Flora lusitanica, 1 : 426. Olisipone.

CADEVALL, J., 1.932. Flora de Catalunya, 3. Barcelona.

CAMARA NIÑO, F., 1.955. Plantas de montañas españolas. Ann. Est. Exp. Aula Dei 3 : 320.

CARBONNIER, J. & al., 1.978. Phytochimie comparée des taxons rattachés à la tribu des Pencedanae (Umbelliferae. Apioideae.). Actes du 2è Symposium International sur les Ombellifères, (Perpignan, 1.977), publ. 1.978 : 387-513.

CARBONNIER, J. & A.M. CAUWET, 1.976. Problèmes soulevés par la variabilité infraspécifique. Avantages et inconvénients en taxonomie. C.R. 101 éme. Congrès National Sociétés Savantes, section Sciences, 12p., Lille.

CAUWET, A., 1.968. Contribution à l'étude caryologique des Ombellifères de la partie orientale des Pyrénées. Nat. Monspel. Sér. Bot., 19 : 5-27.

CERCEAU, M. Th., 1.958. Corrélations entre pollens et plantes d'Ombellifères. C.R. Acad. Sci. Paris, 246 : 1.588-1.589.

CERCEAU, M. Th. 1.959. Clé de détermination d'Ombellifères de France et d'Afrique du Nord d'après leurs grains de pollen. Pollen et Spores, 1(2) : 145-190.

CERCEAU - LARRIVAL, M. Th., 1.962. Plantules et Pollens d'Ombellifères. Leur intérêt systématique et phylogénique. Thèse. Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. (Paris), ser. B, 14.

CERCEAU - LARRIVAL, M. Th., 1.967. Corrélations de caractères chez les grains de pollen d'Ombellifères. Rev. Palaeobot. Palyn., 4 : 311-324.

COULTER, J M. & J.N. ROSE, 1.900. Monograph of the North American Umbelliferae. Contr. U.S. Nat. Herb. 7 : 1-256.

COUTINHO, X.P., 1.913. Flora de Portugal : 458. Lisboa.

CRANTZ, H.J.N., 1.767. Classis Umbelliferarum. Supplementum. Lipsiae.

CUSSON, P., 1.782. Citado por A.P. de CANDOLLE, 1.829, Mémoire sur la famille des Ombellifères, p. 2.

DAVIS, P.H. & V.H. HEYWOOD, 1.963. Principles of Angiosperm Taxonomy. Oliver & Boyd, Edinburgh & London.

DAWSON, J.W., 1.961. A revision of the genus Anisotome (Umbelliferae). Univ. Calif. Publs. Bot., 33 : 1-98.

DAWSON, J.W., 1.967. The New Zealand species of Gingidium (Umbelliferae). N.Z. Jl. Bot., 5 : 84-116.

DE CANDOLLE, A.P., 1.830. Prodromus Systematis naturalis Regni vegetabilis, 4. Paris.

DELAY, C., 1.947. Recherches sur la structure des noyaux quiescents chez les Phanérogames. Rev. Cytol. et Cytophy siol. Vég., 9, 1-4 : 169-222; 10, 1-4 : 103-229.

DENISOVA, G.A., 1.961. The development of the fruit of Archangelica decurrens Ldb. Bot. Zh. SSSR, 46 : 1.756 - 1.765.

DOSTAL, J., 1.958. Klič k úplné květeně CRS. Praha.

DRUDE, O., 1.898 in ENGLER & PRANTL, Umbelliferae in. Na tür. Pflanzenfam., 3(8) : 63-250.

ENDLICHER, S.L., 1.839. Umbelliferae. In Genera plantarum, pp. 762-793.

ERDTMAN, G., 1.943. An introduction to pollen analysis. The Ronald Press Company, New York.

ERDTMAN, G. & al., 1.963. An introduction to a scandinavian pollen flora-II.- Almquist and Wiksell, Uppsala, 1-89.

ERDTMAN, G., 1.969. Handbook of Palynology. Munksgaard, Copenhagen.

FEHLMANN, C., 1.911. Beiträge zur mikroskopischen Untersu chung des Honigs mit spezieller Berücksichtigung des Schwei zerhonigs und der in die Schweiz eingeführten fremden Honi ge. Bern. Tesis, Zürich.

FISCHER, H., 1.890. Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. Breslau (Thesis), 1-72.

FORSTER, G. 1.786. Florulae Insularum australium prodromus. Goettingen.

GADELLA, T.W.J. & E. KLIPHUIS, 1.968. Chromosome numbers of flowering plants in the Netherlands IV. Proc. Roy. Netherlands Acad. Sci. ser. C., 71 : 168-183.

GANDOGER, M.-M., 1.989. Notes sur la flore espagnole III. Mon sixième voyage dans la Péninsule ibérique, en 1.898. Bull. Soc. Bot. Fr. 45 : 590. Paris.

GARDE, A. & N. MALHEIROS - GARDE, 1.949. Contribuição para o estudo cariológico da família Umbelliferae. I. Agron. Lusit. 11(2) : 125.

GAY, J.E., 1.836. Duriaei iter Asturicum Botanicorum anno 1.835 susceptum. Ann. Sc. Nat., Ser. 2,6.

GOUAN, A., 1.773. Illustrationes et Observationes Botanicae. Turigi.

GRIEBEL, C., 1.930. Zur Pollenanalyse des Honigs. Z. Untersuchung. Lebensmitt. 59.

GRÜBER, M., 1.978. Tesis doctoral. No publicada.

HANSGIRG, A., 1.897. Beiträge zur Biologie und Morphologie des Pollens. Sitz.-Ber. Böhm. Ges. Wiss., Prag, Math.-Nat. Cl., 39.

HARA, H., 1.954. Umbelliferae, in Enumeratio Spermatophytarum japonicarum. 3 : 291-328. Tokyo.

HELLER, R., 1.968. Manuel de Statistique biologique. Ed. Gauthiers-Villars. Paris.

HEYWOOD, V.H., 1.971. Systematic survey of old world Umbelliferae. Biology and Chemistry of the Umbelliferae. Bot. J. Linn. Soc. suppl. 2.

HIROE, M. & CONSTANCE, L., 1.958. Umbelliferae of Japan. Univ. Calif. Publs. Bot., 30 : 1-144.

HOFFMANN, G.F., 1.814. Genera plantarum umbelliferarum, pp. 1-182.

HOFFMANN, G.F., 1.816. Plantarum Umbelliferarum genera. 2^e ed., pp. 1-222.

HOFFMANNSEGG, J.C. & H.F. LINK, 1.840. Flore Portugaise, 2. Berlin.

HUANG, T.C., 1.966. Pollen grains of Formosan plants. I.-Taiwania 12 : 1-7.

HUL THOL, S., 1.976. Contribution à la révision de quelques genres de Caesalpiniaceae représentés en Asia. Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI).

HUL THOL, S. & M. HIDEUX, 1.977. Taxonomie du genre Pterolobium (Caesalpiniaceae) avec traitement numérique des caractères macromorphologiques et palynologiques. Bull. Mus. Nat. Hist. nat., 33, 502 : 129-165. Paris.

IKUSE, M., 1.956. Pollen grains of Japan.- Hirokawa Publishing Co., Tokyo, I-XII, 1-304.

JARZEN, D.J., 1.977. The pollen and spore reference collection at the National Museum of Canada. Syllogeus, 13.

JOHANSEN, D.E., 1.940. Plant Microtechnique. The Iowa State College Press. Iowa, U.S.A.

JØRGENSEN & al., 1.958. The flowering plants of Greenland. K. Danske Videnskab. Selskab. Biol. Skrift., 9(4) : 1-172.

KITAGAWA, M., 1.935. Ostericum y Angelica from Manchuria and Korea. Journ. Jap. Bot. 12(5) : 307-322.

KOCH, C.D.J., 1.824. Generum tribuunque plantarum Umbelliferarum nova dispositio. Nova Acta Acad. Leop.- Carol. Bd. 12.

KNELL, A.K., 1.914. Die Pollenkörner als Diagnostikum in Drogenpulvern (Blüten, Kräutern und Blättern). Würzburg. Tesis.

KORDYUM, E.L., 1.967. Cyto-embryology of Umbellates. Naukova Dumka, Kiev.

KORDYUM, E.L., 1.978. La cytoembryologie des especes d'Ombelliferes en rapport avec leur phylogenie et leur evolution. Actes du 2e. Symposium International sur les Ombelliferes, pp. 269-279. Perpignan.

KOSO-POLJANSKY, B., 1.915. Sciadophytorum systematis lineamenta. Bull. Soc. Nat. Moscou, n.s., 29 : 93-222.

KUPFER, P., 1.974. Recherches sur les liens de parenté entre la flore orophile des Alpes et celle des Pyrénées. Boissiera 23 : 1-322.

LA COUR, 1.954. Smear and squash techniques in plant cytology. Laboratory Practice, 3 : 326-330.

LAGASCA y SEGURA, M., 1.816. Genera et Species Plantarum, quae aut novae sunt aut nondum recte cognoscuntur. Madrid.

LAGASCA y SEGURA, M., 1.826. Observaciones sobre la familia natural de las plantas aparasoladas. Umbelliferae. Londres.

LAINZ, M., 1.955. Aportaciones al conocimiento de la flora gallega. Brotéria (Bot.), 24 : 123-124. Lisboa.

LAINZ, M., 1.957. Aportaciones al conocimiento de la flora cantabro-astur. II. Coll. Bot. 5(2) : 444-445.

LAINZ, M., 1.962. Aportaciones al conocimiento de la flora Cantabro-Astur. VI. Bol. Inst. Estud. Astur. (Supl. Ci.) 5 : 39, Oviedo.

LANGE, J., 1.864. Descriptio Iconibus illustrata Plantarum novarum vel minus cognitarum praecipue e Flora hispanica. Hauniae.

LANGE, J., 1.880. Umbelliferae, in WILLKOMM, M. & J. LANGE, Prodromus Florae Hispanicae, 3. Stuttgart.

LARRIVAL-CERCEAU, M. Th., 1.955. Le pollen chez les Umbellifères.- Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, 90 : 119-128.

LAYKA, S., 1.975. Polymorphisme pollinique dans le genre Glaucium (Papaveraceae). In. La Flore du Bassin méditerranéen: essai de systématique synthétique. Colloques Internationaux du C.N.R.S. n° 235, Flota Mediterránea, Montpellier 1.974, 290-231.

LAZARO e IBIZA, B., 1.907. Compendio de la Flora española, ed. 2. 2. Madrid.

LEDEBOUR, K., 1.844. Umbelliferae in Flora Rossica, 2 : 234-274. Stuttgartiae.

LEVAN, A., K. FREDGA & A.A. SANDBERG, 1.964. Nomenclature for centromeric portion of chromosomes. Hereditas. 52 : 201-220.

LINNAEUS, C., 1.753. Umbelliferae. In Species plantarum, 1 : 232-265.

LÖVE, A. & D. LÖVE, 1.948. Chromosome numbers of Northern plant species. Repts. Dep. Agric. Univ. Inst. Appl. Sci. (Iceland), Ser. B, 3 : 9-131.

LÖVE, A. & D. LÖVE, 1.956. Cytotaxonomical Conspectus of the Icelandic Flora. Acta Horti Gotoburgensis, 20 (4) : 65-291.

LÖVE, A. & D. LÖVE, 1.961. Chromosome numbers of central and northwestern European plant species. Op. Bot. (Lund.) 5 : 1-581.

LÖVE, A. & D. LÖVE, 1.974. Cytotaxonomical Atlas of the Slovenian Flora. Lehre.

MAJOVSKY, J. & al., 1.974. Index of Chromosome Numbers of Slovakian Flora. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae Botanica, 22 y 23.

MARIZ, J. DE, 1.895. Bol. Soc. Brot. Ser. 1. 12 : 214-216.

MATHIAS, M.E. & L. CONSTANCE, 1.944-1.945. Umbelliferae in North American Flora, 28 B : 43-295.

MEINKE, H., 1.927. Atlas und Bestimmungsschlüssel zur Pollenanalytik. Bot. Arch. 29.

MELDERIS, A., 1.930. Chromosome numbers in Umbelliferae. Acta Horti Bot. latv., 5 : 1-8.

MERINO, B., 1.906. Flora descriptiva e ilustrada de Galicia, 1. Santiago de Compostela.

MILLER, P., 1.768. The Gardeners. Dictionary. Londres.

MIQUEL, F.A.W., 1.867. Umbelliferae, in Prolusio florum japonicarum. Ann. Mus. Bot. Lugd.-Batav. 3 : 244-282.

MOAR, N.T., 1.960. Studies in pollen morphology-1. The New Zealand species of Hydrocotyle Linn.- New Zeal. J. Sci., 3 : 51-60.

MOHL, H., 1.843. Über den Bau und die Formen der Pollenkörner. Berna.

MOYNIER DE VILLEPOIX, R., 1.878. Recherches sur les canaux secreteurs du fruit des Ombellifères. Ann. Sci. nat., sér. 6, 5 : 348-365.

NAKAI, T., 1.952. A synoptical sketch of Korean flora. Bull. Nat. Sci. Museum. 31.

OETKER, A., 1.888. Zeigt der Pollen in den Unterabtheilungen der Pflanzen - Familien charakteristische Unterschiede. Berlin. Tesis.

OGAWA, K., 1.929. Chromosome arrangement. V. Pollen mother cells in Torilis anthriscus Bernh. and Peucedanum japonicum Thunb. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. Univ. B. 4 : 309-322.

PARMENTIER, P., 1.901. Recherches morphologiques sur le pollen des Dialypétales. - Journ. de Bot.

PAU ESPAÑOL, C., 1.923. Notas sueltas sobre la flora Matritense. IX. Bol. Soc. Iber. Cien. Nat. 22 : 91. Zaragoza.

PIMENOV, M.G., 1.965. De speciebus sectionis Coelopleurum (Ledeb.) M. Pimen. generis Angelica L. Nov. syst. Plant. vasc. 2 : 195-206. Leningrado.

PIMENOV, M.G., 1.967. A new species of the genus Angelica L. from the Transcaucasus. Bjull. Moscov. Obshchestv. Ispytat. Prirody, 72 : 48-52.

PIMENOV, M.G., 1.968. The analysis of the distribution species of Angelica L. occurring in the Soviet Far East. Bot. Zhurn. 53 (7) : 932-945.

PIMENOV, M.G., 1.968. Systematic grouping of species of Angelica L. occurring in the USSR, on the basis of coefficients of similarity. Bjull. Moscov. Obshchestv. Ispytat. Prirody, otd. biol., 83 : 124-139.

PIMENOV, M.G., 1.972. Una nueva especie del género Angelica en el Thien-Chan Central. Bjull. Moscov. Obshchestv. Ispytat. Prirody, otd. biol., 67 (5) : 85-93.

PIMENOV, M.G., 1.978. Umbelíferas de Asia Media. Actes du 2éme. Symposium International sur les Ombelliferes (Perpignan, 1.977). Publicado 1.978 : 33-45.

PIMENOV, M.G. & S.A. YARYGINA, 1.967. Chromosome numbers of the Far-Eastern species of Angelica L. Bot. Zurn (Moscu & Leningrado), 53 : 932-946.

PLUYM, A. van der & M. HIDEUX, 1.977a. Application d'une méthodologie quantitative à la palynologie d'Eryngium maritimum L. (Umbelliferae). Plant Systematics and Evolution 127 : 55-85.

PLUYM, A. van der & M. HIDEUX, 1.977b. Numerical taxonomy of pollen grain populations of Eryngium maritimum L. (Umbelliferae). Rev. Palaeobot. Palynol., 24 : 119-139.

POKROVSKAIA, I.M., 1.958. Analyse pollinique, Annls Servs Inf. géol. Bur. Rech. géol. géophys. min. 24 : 1-435.

POLYA, L., 1.950. Chromosome numbers of Hungarian plants, II. Ann. Biol. Univ. Debreceniensis, 1 : 46-56.

POPOV, M.G., 1.957. Umbelliferae. In: Tentamen florum Ussuriensis : 72-76. St. Petersburgo.

PURVIS, M.J., COLLIER, D.C. & D. WALLS, 1.964. Laboratory Techniques in Botany. Butterworth & Co. Londres.

QUEIROS, M., 1.972. Contribução ao conhecimento citotaxonomico das Spermatophyta de Portugal. VII. Umbelliferae. An. Soc. Brot. 38 : 293-314.

ROTHMALER, W., 1.961. Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen. Berlin.

RUPRECHT, F.J., 1.859. Revision der Umbelliferen aus Kamtschatka. Beitr. Pfl. Russ. Reich. 11. San Petersburgo.

RUPRECHT, F.J., 1.869. Sertum Tianschanicum. St. Petersburg.

SAENZ DE RIVAS, C., 1.976. Sobre la nomenclatura palinológica: la esporodermis. Anal. Inst. Bot. Cavanilles, 33 : 159-177.

SAENZ DE RIVAS, C. & al., 1.978. Micromorphologie et Anatomie du fruit des Caucalidees. Actes du 2e. Symposium International sur les Ombellifères, (Perpignan, 1.977), publ. 1.978 : 175-193.

SAMPAIO, G., 1.914. Manual da Flora Portuguesa : 435. Porto.

SCHULZ-GAABEL, H.-H., 1.930. Entwicklungsgeschichtliche cytologische Studien an der Umbelliferen unter Familie der Apioideen. Beitr. Biol. Pflanzen. 18(3) : 345-398.

SELLING, 1.947. Studies in Hawaiian pollen statistics. Spee, Publ. Bishop. Mus. 38. Gottenburgo.

SENNEN, F., 1.916. Mes vacances de 1.915 en Cerdagne. Bull. Soc. Bot. Fr. 63 : 127.

- SHISHKIN, B.K., 1.951. Flora of the U.S.S.R. 17 : 10-25.
- SKALINSKA, M., CZAPIK, R., PIOTROWICZ, M. & al., 1.959. Chromosome numbers of Angiosperms. Acta Soc. Bot. Polon. 28 (3) : 487-529.
- SNEATH, P.H.A. & P.R. SOKAL, 1.973. Numerical taxonomy. Freeman. San Francisco.
- SOKAL, R.P. & P.H. SNEATH, 1.963. Principles of numerical taxonomy. Freeman, San Francisco.
- SORSA, V., 1.962. Chromosomenzahlen Finnischer Kormophyten I.- Ann. Acad. Sci. Fennica, Ser. A. IV. Biol., 58 : 1-14.
- STEARNS, W.T., 1.973. Botanical Latin. David & Charles. New ton Abbot.
- THELLUNG, A., 1.925. Umbelliferae. In Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa 5 (2) : 1.331-1.348. München.
- TIKHOMIROV, V.N. & O.N. GALAKHOVA, 1.965. A contribution to the morphology of the Angelicinae. I: The investigation of the fruit of Angelica sylvestris L. as a lectotype of the genus Angelica L. Bjull. Moscov. Obshchestv. Ispytat. Prirody, otd. biol., 70 : 111-118.
- TIKHOMIROV, V.N. & O.N. TRETYAKOVA, 1.967. Comparative anatomy of the fruit of the species belonging to the subgenus Angelica of the genus Angelica L. Bjull. Moscov. Obshchestv. Ispytat. Prirody, otd. biol., 72 : 43-54.

TISCHLER, G., 1.934. Die Bedeutungen der Polyploidie für die Verbreitung der Angiospermen, erläutert an den Arten Schleswig - Holsteins. mit Ausblicken auf andere Florengebiete. Bot. Jahrb. 67 : 1-36.

TRECU, A., 1.866. Des vaisseaux propres dans les Ombellifères. Ann. Sci. Nat. Ser. 5, 5 : 291.

TROUPIN, G., 1.974. Méthodes d'étude quantitative en taxinomie et Sociologie végétales. Notes sur les cours de bience en Sciences Botaniques, Université de Liège.

TSUKADA, M., 1.963. Pollen morphology and identification. I. Eucaesalpinicae. Pollen et Spores, 5 : 239 - 284.

TURCZANINOW, N., 1.841. Gomphopetalum, nouveau genre des Ombellifères de la Sibirie orientalis. Bull. Soc. Nat. Moscou, 3 : 537-540.

TURCZANINOW, N., 1.844. Flora Baiacalensi-Dahurica. Bull. Soc. Nat. Moscou, ser. 1, 4.

TUTIN, T.G., et al. (ed.), 1.968. Flora Europaea, 2. Cambridge.

VAARAMA, A., 1.947. Some chromosome numbers in the genera Angelica, Ocimum, Satureja, Thymus and Cnicus. Arch. Soc. Zool. Bot. Fennicae "Vanamo" 2 : 55-59.

VAN CAMPO, M., 1.966. Variations polliniques intraflorales. Adansonia, sér. 2, 6 : 55-64.

VAN TIEGHEM, M. Ph., 1.872. Canaux Oléo-resineux des Ombe
llifères et des Araliacées. Bull. Soc. Bot. Fr. 19 : 113-
129.

WEBB, C.J., 1.978. Cheklist of dicotyledons naturalised in
New Zealand 1. Umbelliferae. New Zealand Journal of Botany,
16 : 387-390.

WEYMAR, H., 1.959. Buch der Doldengewächse. Radebeul.

WODEHOUSE, R.P., 1.942. Air-borne Pollens as allergens.
Aerobiology, Publ. Am. Ass. Adv. Sci. 17.

ZANDER, E., 1.935. Beiträge zur Herkunftsbestimmung bei
Honig. Berlin.

ZANDER, E., 1.937. Beiträge zur Herkunftsbestimmung bei
Blütenhonig, II, Leipzig.

ZANDER, E., 1.941. Beiträge zur Herkunftsbestimmung bei
Honig, III. Leipzig.

ZOZ, I.G. & A.P. PROKOPENKO, 1.968. Chimiotaxinomie de
quelques espèces du genre Angelica L. et des genres voisins
Ostericum Hoffm., Archangelica Hoffm., Coelopleurum Ldb.
Rast. Resur. SSSR, 4 : 478-485.

